Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

О. М. Бедарева

ЛЕСОВОДСТВО И АГРОЛЕСОМЕЛИОРАЦИЯ

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины для студентов,
обучающихся в бакалавриате по направлению подготовки
35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение

Калининград
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»
2022

УДК 630/631.6

Рецензент
кандидат биологических наук, доцент кафедры агрономии и агроэкологии
ФГБОУ ВО «КГТУ» Е. А. Барановская

Бедарева, О. М.

Лесоводство и агролесомелиорация: учеб.-методич. пособие по изучению дисциплины для студ. бакалавриата по напр. подгот. 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение / О. М. Бедарева. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2022. – 75 с.

В учебно-методическом пособии по изучению дисциплины «Лесоводство и агролесомелиорация» представлены учебно-методические материалы по освоению тем лекционного курса, включающие подробный план лекции по каждой изучаемой теме, вопросы для самоконтроля и материалы по подготовке к практическим занятиям, форма обучения очная.

Табл. 23, рис. 5, список лит. – 7 наименований

Учебное пособие рассмотрено и рекомендовано к опубликованию кафедрой агрономии и агроэкологии 9 сентября 2022 г., протокол № 2

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины рекомендовано к изданию в качестве локального электронного методического материала методической комиссией института агроинженерии и пищевых систем ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» 15 сентября 2022 г., протокол № 9

УДК 630/631.6

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Калининградский государственный технический университет», 2022 г.
© Бедарева О. М., 2022 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ…… 4
1. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ…… 6
2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ……. 49
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК…….. 74

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Лесоводство и агролесомелиорация» является дисциплиной, формирующей у обучающихся готовность проводить геоботаническое исследование леса, как составной части окружающей среды, с помощью методологии анализа популяционной организации и сукцессионной динамики лесных экосистем (биогеоценозов).

При реализации дисциплины «Лесоводство и агролесомелиорация» организуется практическая подготовка путем проведения практических занятий, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Целью освоения дисциплины является формирование систематизированных знаний, умений и навыков в области фитоценологии, являющихся основой для решения профессиональных задач, а также компетенций в соответствии с требованиями ОП ВО.

Задачи изучения дисциплины:

- изучение основных природных процессов, в которых выражается функционирование биогеоценотических связей в лесопарковых сообществах;
- изучение методик проведения мониторинга пространственной структуры лесных и парковых экосистем.

В результате изучения дисциплины обучающиеся должны:

Знать: методы почвенно-экологического обеспечения землеустройства; виды и способы проектирования агролесомелиоративных мероприятий.

Уметь: использовать практические умения и навыки, направленные на улучшения сельскохозяйственных угодий; разрабатывать и обосновывать необходимые объемы и размещение агролесомелиоративных территориальных комплексов.

Владеть: принципами рационального использования земельных ресурсов; навыками подбора пород и сортов в полезащитных лесных полосах различного функционального назначения.

Для успешного освоения дисциплины «Лесоводство и агролесомелиорация» студент должен активно работать на лекционных и практических занятиях, организовывать самостоятельную внеаудиторную деятельность.

Для оценивания поэтапного формирования результатов освоения дисциплины (текущий контроль) предусмотрены тестовые и практические задания. Тестирование обучающихся и решение практических задач проводится на практических занятиях после изучения соответствующих тем. Тестовое задание предусматривает выбор правильного ответа на поставленный вопрос из предлагаемых вариантов ответа. Перед проведением тестирования преподаватель знакомит студентов с вопросами теста, а после проведения тестирования проводит анализ его работы. Перечень примерных тестовых и практических заданий представлен в фонде оценочных средств по данной дисциплине.

Промежуточная аттестация проводится в виде зачета, к которому допускаются студенты, успешно освоившие темы курса и имеющие положительные оценки.

Для успешного освоения дисциплины «Лесоводство и агролесомелиорация» в учебно-методическом пособии по изучению дисциплины приводится краткое содержание каждой темы занятия, перечень ключевых понятий, вопросов для самоконтроля и подготовки к практическим занятиям и организации самостоятельной работы студентов.

1. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Осваивая курс «Лесоводство и агролесомелиорация», студент должен научиться работать на лекциях, практических занятиях и организовывать самостоятельную внеаудиторную деятельность. В начале лекции необходимо уяснить цель, которую лектор ставит перед собой и студентами. Важно внимательно слушать, отмечать наиболее существенную информацию и кратко ее конспектировать; сравнивать то, что услышано на лекции с прочитанным и усвоенным ранее материалом в области лесоводства и агролесомелиорации, укладывать новую информацию в собственную, уже имеющуюся, систему знаний. По ходу лекции необходимо подчеркивать новые термины, определения, устанавливать их взаимосвязь с изученными ранее понятиями.

Тематический план лекционных занятий (ЛЗ)представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Объем (трудоемкость освоения) и структура ЛЗ

Номер темы	Содержание лекционного занятия	Кол-во часов ЛЗ	
		Очная форма	Заочная форма
1.	Тема 1. Введение. Роль леса. Морфология леса.	2	-
2.	Тема 2. Организация лесных фитоценозов (состав и структура)	2	-
3.	Тема 3. Динамика лесных экосистем	4	-
4.	Тема 4. Агролесомелиоративное районирование России	2	-
5.	Тема 5. Полезащитное лесоразведение	2	
Итого		12	-

Если лектор приглашает студентов к дискуссии, то необходимо принять в ней активное участие. Если на лекции студент не получил ответа на возникшие у него вопросы, он может в конце лекции задать эти вопросы лектору курса дисциплины.

Тема 1. ВВЕДЕНИЕ. РОЛЬ ЛЕСА. МОРФОЛОГИЯ ЛЕСА

Ключевые вопросы темы

1. Значение и роль лесной растительности.
2. Морфология леса.

Ключевые понятия: биосферные и социальные функции, средообразующая роль, морфология, классификация.

Методические рекомендации

При ответе на первый вопрос рассматриваются основные функции лесной растительности и его средообразующая роль.

Значение и роль лесной растительности для человека трудно переоценить. Функции лесной растительности делят на *биосферные* и *социальные*.

К биосферным относят климатопреобразующие, почвопреобразующие, гидросферопреобразующие и биотопреобразующие. Лес обеспечивает устойчивость многочисленной флоры и фауны, их разнообразие. В целом он является стабилизатором биосферы, главным условием ее существования и устойчивости.

Социальную роль леса (значение леса непосредственно для человека) делят на средообразующую, санитарно-гигиеническую, духовную и сырьевую.

Средообразующая роль заключается в перечисленных выше биосферных функциях. *Санитарно-гигиеническая* роль состоит в очищении атмосферы, выделении фитонцидов, озонировании воздуха, поглощении пыли, охране лечебных, водных источников и др. *К духовной роли* относят рекреационную, эстетическую, научную, мемориальную.

Сырьевую функцию леса обычно считают главной. Помимо потребления древесины к ней относят заготовку живицы, охотничье хозяйство, побочные лесные пользования (сенокосы, пастьбу скота, заготовку грибов, ягод и т. д.). По расчетам экономистов, стоимость древесины не превышает 10–30 % стоимости леса, если учесть всю его пользу.

Лесоведение изучает на системном уровне следующее:

- морфологию леса,
- экологию леса,
- классификацию лесов и их динамику.

В настоящее время возникла проблема сохранения биоразнообразия и устойчивости лесов. В силу уменьшения площади лесных насаждений из наиболее ценных пород, сказывается влияние на состояние атмосферы и углеродного цикла, а, следовательно, и на климат планеты в целом. Особую значимость приобретают экологические функции леса. Улучшение лесного хозяйства становится одной из важнейших международных проблем.

Возникла необходимость внести поправки в традиционные правила лесного хозяйства, рассчитанные главным образом на экономическую отдачу. До сих пор леса страны разделены на группы, которые существенно различаются способами и уровнем хозяйства. В лесах первой группы значительную долю занимают перестойные леса, а в третьей группе сейчас произошла смена ценных хвойных лесов мелколиственными. Появилась необходимость существенного изменения некоторых правил ведения лесного хозяйства с усилением экологической роли лесов. А для совершенствования правил необходимы научно-исследовательские работы.

При ответе на второй вопрос необходимо рассмотреть определение леса как природной экосистемы и структуру древостоя.

Лес, как сформулировал Георгий Фёдорович Морозов, – это «совокупность древесных растений, измененных в своей внешней форме и внутреннем строении под влиянием воздействия друг на друга, на занятую почву и атмосферу». Такую совокупность или природную систему рассматривают на разных уровнях. Влияние леса на атмосферу планеты, на содержание в ней углекислого газа, кислорода, на чистоту воздуха, на водный режим Земли и так далее, оправдывает понятие о лесе как о глобальной составляющей биосферы.

Зависимость лесной растительности от климата заставляет считать лес зонально-географическим явлением. Так, таежные хвойные леса существенно отличаются от расположенных южнее хвойно-широколиственных лесов, от лесов влажных субтропиков и т. д.

Более мелкое подразделение, это лесной массив, приуроченный к ландшафтной единице (урочищу) или разграниченный реками, полями. И наконец, *лес – сложная биологическая единица, называемая лесным биогеоценозом (лесной экосистемой), лесным фитоценозом, или насаждением.* Насаждением называют участок леса, однородный по древостою, кустарникам и живому напочвенному покрову. Древостой – совокупность деревьев, которая является доминантом и главным продуцентом насаждения.

Структура древостоя

Особенности каждого древостоя, как и насаждения в целом, зависят от сочетания экологических факторов, от состава древостоя, его происхождения и истории роста. Но есть и общие характерные для всех древостоев черты, объясняемые спецификой взаимных отношений в лесу между деревьями, видами, возрастными поколениями, ярусами. Чаще всего взаимоотношения проявляются через внешнюю среду. Их называют *косвенными***.** Наиболее существенным видом косвенных отношений является *конкуренция***.** Имеют место и *прямые взаимоотношения*: симбиотические, паразитические, физиологические (срастание корней), химические (аллелопатия), механические (охлестывание).

На внешнем облике древостоя, его динамике в наибольшей степени сказывается конкуренция. Конкуренция является главной причиной дифференциации деревьев по размеру, своеобразия их формы, темпов отпада. По своей форме деревья в насаждении отличаются от деревьев свободного стояния высокоподнятой кроной, значительно большей высотой ствола, его цилиндрической формой (полнодревесностью), отсутствием на нем живых ветвей до кроны, большей ценностью древесины.

Для более объективной оценки дифференциации деревьев в исследованиях и в практике теперь используют таксационные показатели: распределение по ступеням толщины, ранг дерева, его относительный диаметр.

При проведении тех или иных хозяйственных мероприятий используется понятие о полноте древостоя. *Полнотой* называют запас или сумму площадей сечения деревьев, отнесенных к стандарту, принятому за единицу. Этот стандарт берут из таблиц хода роста, составляемых таксационными методами. Методы нельзя назвать безупречными, например, указанные в правилах и наставлениях полнот, такие как нормативы для рубок, желательно корректировать, используя собственный опыт.

С помощью уравнений регрессии связывают ранжирование с возрастом древостоя, средней высотой, бонитетом. Бонитет определяют по таблицам (графикам) связи высоты с возрастом.

В тех случаях, когда возобновление происходит за короткий срок, образуется одновозрастной древостой. Если формирование древостоя затягивается до двух классов возраста, то древостой будет называться условно одновозрастным, до трех классов – условно разновозрастным, при большей

разнице возраста деревьев – разновозрастным и абсолютно разновозрастным. Существенную роль в формировании возрастной структуры играет подрост или молодое поколение, возникшее под пологом материнского древостоя.

В лесоводстве существует понятие о подгоне, к которому относят отставшие в росте деревья той же породы в чистом древостое или II ярус из деревьев другой породы. Подгон способствует улучшению роста и формы ствола лучших деревьев, очищению его от сучьев.

Возможна и чрезмерная густота, особенно в искусственных древостоях на юге лесной зоны. При ослаблении конкуренции наблюдается общее отставание роста, которое может привести к гибели древостоя при стрессовых ситуациях, например, при засухе. Имеются убедительные доказательства преимущества групповых посадок в лесостепной зоне с ее дефицитом почвенной влаги (В. Д. Огиевский). В группе выделяются усиленным ростом более конкурентоспособные деревья, а остальные служат подгоном.

При двух или более породах древостой называют *смешанным***,** а при двух или более ярусах *сложным*. Смешанный древостой может быть *простым*, т. е. одноярусным. В то же время *чистый* древостой, состоящий из одной породы, может быть сложным, если деревья существенно различаются по возрасту и высоте.

Закономерности структуры и динамики древесной растительности с их количественными характеристиками изучает *лесная таксация*. Совокупность деревьев одной популяции и одного возраста, называемая *элементом леса*, представляет собой объект для применения статистических методов исследований. Смешанный и сложный древостой делят на такие элементы леса. Однако здесь возможны некоторые погрешности, поскольку объединение элементов леса в систему приводит к изменению свойств каждого элемента в результате функциональной интеграции. Это вызывает необходимость применения нового (системного) подхода к изучению сложных систем. Свойства элемента леса проявляются в меньшей степени при уменьшении количества деревьев этого элемента.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие функции выполняет лесная экосистема в плане биосферы и хозяйственное значение?
2. Что такое биогеоценоз леса?
3. Рассмотреть структуру древостоя.
4. Что такое лесная таксация?

Тема 2. ОРГАНИЗАЦИЯ ЛЕСНЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ (СОСТАВ И СТРУКТУРА)

Ключевые вопросы темы

1. Экосистема леса. Флористический состав.
2. Экобиоморфный состав лесной экосистемы.
3. Ценотическая значимость.
4. Вертикальная и горизонтальная структуры экосистемы леса.

Мозаичность.

5. Возраст популяции древесных растений и жизненное состояние (виталитет).

Ключевые понятия: флористический состав, полночленность и неполночленность фитоценозов, экобиоморфы, ценотическая значимость, ярусность, синузии, виталитет, синузия кустарника, мозаичность.

Методические рекомендации

При ответе на первый вопрос необходимо дать определение понятий флора и растительность. ***Флористический состав*** характеризуется наличием сосудистых растений, мхов, лишайников, водорослей, грибов, бактерий.

По количеству видов различают *флористически бедные* (состоящие из немногих видов) и *флористически богатые* (состоящие из многих видов) фитоценозы.

Флористический состав конкретных фитоценозов определяется поступлением зачатков растений и возможностью произрастания отдельных видов в данных условиях (Работнов, 1978). Большое значение для определения флористического состава фитоценозов имеют условия, препятствующие поступлению зачатков извне. Помимо таких преград, как горные хребты, моря и океаны, в качестве ограничителя может выступать и сама растительность. Это относится, в частности, к лесным полянам, куда диаспоры многих видов, способных произрастать в данных условиях, не могут проникнуть из-за окружения лесом, а также к участкам вновь формирующихся аллювиальных террас в долинах таежных речек, куда из-за окружения обширными лесными массивами не могут поступать даже легко переносимые ветром семена ив.

Не все виды растений, зачатки которых поступают в определенное место, могут входить в формирующиеся здесь фитоценозы. Происходит отбор видов: способных произрастать в условиях данного экотопа ***(экотопический отбор)*** совместно с другими видами растений и с иными организмами ***(ценобиотический отбор),*** а в фитоценозах, используемых человеком, и при существующих формах, а также интенсивности его воздействия на них ***(антропогенный отбор).***

Многие виды, способные произрастать в данном экотопе в отсутствие взаимоотношений с другими видами, не могут входить в состав формирующихся здесь фитоценозов, так как они менее конкурентоспособны, чем виды, более приспособленные к изменившимся условиям. Флористическая емкость экотопов, поэтому всегда выше (нередко во много раз) флористической емкости фитоценозов, формирующихся в этих экотопах.

В сложившихся фитоценозах какого-либо региона при равных условиях поступления зачатков различия в числе видов, образующих фитоценозы, зависят от условий произрастания, создающихся как экотопом, так и организмами, входящими в состав биоценоза. При этом имеют значение два условия: степень гетерогенности среды и степень отдаления от оптимальных условий. Увеличение гетерогенности среды (пространственной или временной) создает возможность совместного произрастания экологически различных видов и в состоянии

привести к увеличению числа видов в фитоценозах. *Наиболее флористически богатые фитоценозы создаются там, где ни один вид растений не может стать абсолютным доминантом, т. е. использовать имеющиеся ресурсы в большей степени, чем все остальные компоненты вместе взятые.*

Л. Г. Раменским (1924) введено представление о ***флористической полночленности*** и ***неполночленности фитоценозов. Флористически неполночленные фитоценозами*** это сообщества, в состав которых входят не все виды растений, способные в них существовать.

Чтобы выявить флористическую неполночленность фитоценозов, необходимы достаточно длительные наблюдения, так как иногда особи вида, случайно внедрившегося или сознательно введенного экспериментатором, существуют всего 1-2 года, а затем погибают, поскольку для них среда обитания в данном фитоценозе неблагоприятна. Необходимо также принимать во внимание, что некоторые виды в определенных условиях представлены в течение разных периодов времени лишь особями, находящимися в состоянии покоя (жизнеспособные семена, покоящиеся подземные органы). Установленная в отношении таких видов неполночленность является, таким образом, кажущейся (ложной). Подобная неполночленность (скрытая полночленность) может быть временной, если покоящиеся особи переходят в активное состояние, как только для этого создаются соответствующие условия, что иногда наблюдается периодически или эпизодически, иногда лишь при нарушении фитоценоза в результате отклонения от средних метеорологических или гидрологических условий, а также при массовом размножении растительноядных животных.

При ответе на второй вопрос рассматривается понятия экобиоморф, характерных для лесных экосистем. ***Экобиоморфный состав фитоценозов*** – результат длительного отбора видов, способных произрастать совместно в условиях гетерогенной и динамичной среды, занимая различные экологические ниши. Фитоценозы, как правило, состоят из видов, относящихся к разным экобиоморфам, что является одним из важнейших признаков организации фитоценозов. В состав лесных фитоценозов обычно входят помимо деревьев кустарники, кустарнички, травы, наземные и эпифитные мхи, лишайники и водоросли. Причем во многих типах леса каждая из перечисленных жизненных форм представлена несколькими экобиоморфами (вечнозеленые хвойные и листопадные древесные растения, вечнозеленая брусника и листопадная черника и др.). Подавляющая часть фитоценозов образована многими видами. Каждый вид растений экологически своеобразен (по приспособлениям к произрастанию в определенных условиях среды). Виды различны по способности принимать неодинаковое участие в сложении фитоценозов, по воздействию на среду. Это означает, что фитоценозы представляют собой системы, образованные экологически и биологически различными видами растений.

Очень редко фитоценозы образованы лишь одним видом сосудистых растений или немногими видами, относящимися к одной и той же ***экобиоморфе***. Примером могут быть мертвопокровные леса, т. е. леса, в которых нет других растений кроме вида, образующего древостой. Сюда относятся преимущественно молодые насаждения в стадии ***жердняка***. «***Одновидовые***» или

«***маловидовые» фитоценозы*** формируются также в крайних условиях среды, где в результате экотопического отбора может произрастать лишь один вид или немногие виды. Нередко подобные фитоценозы существуют недолго, характеризуя лишь определенную стадию развития растительности, например, мертвопокровные молодые леса. В ряде случаев к мертвопокровным относят леса, которые правильнее назвать «***сезонно-мертвопокровными***», например, леса с достаточно хорошо выраженным травяным покровом из весенних эфемероидов и без покрова из травянистых растений летом, осенью. Как особый вариант можно рассматривать «***ложномертвопокровные***» леса. В них нет травяного покрова, но травянистые растения входят в их состав в виде покоящихся особей.

Степень выровненности или контрастности экобиоморфного состава фитоценозов – очень важный признак их организации, отражающий пространственную и временную гетерогенность среды, а также частично прошлое фитоценозов (присутствие ценотических реликтов – растений, сохранившихся от ранее существовавших в данном месте фитоценозов). Гетерогенность фитосреды определяется не только неоднородностью почвы в вертикальном и горизонтальном направлениях и изменениями в экологических режимах (увлажнение и др.) в течение вегетационного сезона и от года к году, но и воздействием на экотоп компонентов фитоценоза (например, освещения), а также влиянием животных.

При ответе на третий вопрос рассматривается существенный признак доминирования в составе экосистемы. Каждый вид растений специфичен по своей способности изменять среду.

Средообразующее влияние видов зависит, помимо того, от их количественного участия в фитоценозах и *консортивных связей*. Из-за различий в воздействии отдельных видов на почву и фитоклимат не всегда доминанты являются наиболее сильными средообразователями. Под воздействием всех компонентов фитоценоза в зависимости от условий, в которых он существует, создается специфичный для каждого фитоценоза биотоп.

Потребность выделять из компонентов фитоценозов группы видов, по их ценотической значимости, возникла давно. Наибольшее признание в нашей стране получила ***классификация фитоценотипов В. Н. Сукачева (1928),*** который различал две основные группы фитоценотипов: ***эдификаторы*** – созидатели, строители сообщества; ***ассектаторы*** – соучастники в построении сообщества, мало влияющие на создание фитосреды. В пределах группы эдификаторов В. Н. Сукачев выделял ***аутохтонные*** – строители сообществ без влияния человека или животных, ***дигрессивные*** – строители сообществ лишь при нарушении их человеком или животными (при устранении нарушения они уступают место аутохтонным эдификаторам). ***Ассектаторов*** он делил на ***аутохтонных***, включая эдификаторофилов («охотно селящихся среди густых зарослей эдификаторов») и ***эдификаторофобов*** («избегающих густые заросли эдификаторов»), и ***адвентивных*** – случайно попавших в сообщество, не свойственных ему в нормальной обстановке.

Иначе подошел к ***выделению фитоценотипов Л. Г. Раменский (1937, 1938)***, различавший три фитоценотипа: ***виоленты (силовики), патиенты (выносливцы) и эксплеренты (выполняющие).*** Классификация Л. Т. Раменского основана на различиях в приспособительной способности видов к совместному произрастанию в фитоценозах. Она отражает особенности их стратегии жизни.

Между виолентами, патиентами и эксплерентами есть переходные группы. Ценотическая значимость некоторых видов в одних и тех же фитоценозах изменяется в связи с особенностями их жизненного цикла. В настоящее время определились два подхода к выделению фитоценотипов. *Первый* – традиционный**,** основанный на ценотическом положении видов в конкретных фитоценозах; здесь принимается во внимание не вид в целом, а конкретная ценотическая популяция вида. В основу *второго подхода* положена ценозообразующая способность видов в целом.

При ответе на четвертый вопрос рассмотреть вертикальную и горизонтальную структуры фитоценоза. Фитоценозы, прежде всего лесные, могут быть расчленены, на достаточно хорошо отграниченные в пространстве (по вертикали и по горизонтали), а иногда и во времени элементы структуры. К *основным элементам фитоценозов относятся ярусы и микрогруппировки.* Первые характеризуют вертикальное, вторые – горизонтальное расчленение фитоценозов.

Ярусность. Расчленение фитоценозов в их надземной части по вертикали на достаточно четко отграниченные горизонты – ярусы. наиболее ясно проявляется в лесах. Впервые оно было обнаружено и описано Кернером (Kerner, 1863), выделившим в еловом лесу три яруса (Schichten): древесный, образованный елью, травяной из папоротников и моховой. Дальнейшее развитие представления об ярусности лесных фитоценозов получили в работе Гульта (Hult, 1881). Он на основе наблюдений, проведенных в Северной Финляндии, предложил в лесах различать следующие семь ярусов высотой:

1) верхний древесный – более 6 м,
2) нижний древесный – менее 6 м;
3) подлесок – до 2 м;
4) верхний травяной – до 80 см;
5) средний травяной – до 30 см;
6) нижний травяной – до 10 см;
7) напочвенный – до 3 см.

В дальнейшем выделение ярусов лишь на основе учета высоты растений было признано недостаточным.

Ярусное расчленение фитоценозов **–** результат отбора видов, способных произрастать совместно, используя различные горизонты среды, в том числе горизонты с ослабленной интенсивностыо света из-за перехвата его высокорослыми растениями. Ярусное расчленение ведет к более полному использованию надземной среды растениями, входящими в состав фитоценозов.

Существует две трактовки ярусности, исходя из жизненных форм видов, входящих в состав ценозов (например, деревьев, кустарников, трав и т. д.), и из

расположения деятельных органов, растений (Работнов, 1978). При первой трактовке «включать в каждый ярус надо все надземные части входящих в него растений. Приняв это, приходится признать, что ярусы в лесу не располагаются один над другим, а они как бы вставлены один в другой. В нижнюю часть древесного яруса вставлен ярус кустарников, а в еще ниже расположенную часть древесного яруса и нижнюю часть кустарникового яруса вставлен травяно-кустарничковый ярус и т. д.» (Корчагин, 1971), При второй трактовке под ярусами понимаются отграниченные друг от друга горизонты фитоценоза, к которым приурочена основная масса ассимилирующих органов растений, оказывающих в то же время большое влияние на среду, расположенную под ними (снижение интенсивности света, перехват атмосферных осадков и др.). Основную роль играет не только и не столько их абсолютная высота, сколько расположение по отношению, друг к другу. Ярусы отличаются высотой и мощностью горизонтов, к которым они приурочены. Например, в лесах мощность древесного яруса может достигать 10 и более метров, а мохового покрова – всего несколько сантиметров. Ярусы различаются условиями среды в горизонтах, к которым приурочены деятельные органы образующих их растений: особенностями светового и температурного режимов, влажностью воздуха, содержанием в воздухе CO_2.

Ярусность особенно четко прослеживается в лесах умеренной зоны, образованных растениями, относящимися к разным жизненным формам (формам роста): деревьям, кустарникам, травам и кустарничкам, мхам и лишайникам. Здесь обычно можно различать четыре яруса: древесный, кустарниковый, травяной или травяно-кустарничковый, моховой или лишайниково-моховой. Иногда, следуя В. Н. Сукачеву (1931), разграничивают два древесных яруса: образованный деревьями первой величины и деревьями, второй и третьей величины, а вместо кустарникового яруса выделяют ярус подлеска (кустарники и деревья, принимающие в данных условиях форму кустарников).

Синузии. Синузии являются элементами функциональной структуры фитоценозов. Они представляют собой пространственно и экологически обособленную часть фитоценоза, один из ценоэлементов, отражающий внутрифитоценотическую ассоциированность (Миркин и др., 1989). Леса представляют собой сложные ярусно-дифференцированные сообщества, сформированные разными жизненными формами. Для них характерна *полисинузиальность*.

Особенности ярусного строения лесных фитоценозов связаны с одной стороны с их синузиальной структурой, с другой – с характером взаимодействий как между синузиями, так и внутри них. В лесных фитоценозах выделяют синузии деревьев, кустарников и трав. Для широколиственных лесов выделяют синузии весенне- и летневегетирующих трав. Строение каждой из упомянутых синузий определяется разнообразием жизненных форм, особенностями онтогенеза и особенностями популяционного поведения видов. Наиболее наглядно это проявляется в широколиственных лесах.

Синузия деревьев. Исследования особенностей онтогенеза большинства видов лиственных деревьев в широколиственных лесах показали, что для этих лесов наиболее обычной формой роста деревьев является одноствольная форма.

При формировании одноствольного дерева одна и та же особь последовательно проходит все возрастные состояния от проростка до старого генеративного и сенильного. Это один из основных, но не единственный путь онтогенетического развития.

По вариантам онтогенеза одноствольного дерева могут развиваться все виды лиственных деревьев. Для дуба черешчатого, граба обыкновенного, ясеня обыкновенного, березы бородавчатой, бука лесного - это основной путь развития. Однако такие виды, как липа сердцевидная, клены остролистный, полевой, татарский, явор, черемуха обыкновенная, рябина обыкновенная и другие, имеют не только одноствольную форму роста. У них довольно рано просыпаются спящие почки в основании ствола. Из них формируются дополнительные стволы, равноценные или несколько уступающие по размерам первичному, возникает дерево-«куст».

При более позднем пробуждении спящих почек вторичные стволы отстают в росте от главного: материнское дерево вступает в пору плодоношения, а дочерние еще находятся на разных этапах прегенеративного периода. Формируется жизненная форма: порослеобразующее дерево (Чистякова, 1987). Она чаще всего встречается у липы, кленов татарского и полевого, ильма, рябины, черемухи.

При полегании и укоренении побегов имматурных, а иногда и виргинильных растений, нижних ветвей крон генеративных деревьев, прямостоячих или наклоненных и упавших, а также при вегетативном разрастании может образоваться многоствольное дерево с диффузно разнесенными по площади стволами, получившее название куртино-образующее дерево (Чистякова, 1978, 1988). Такая форма роста свойственна разным видам деревьев достаточно хорошо увлажненных местообитаний, а также близ северных и северовосточных границ их ареалов. Особенно типична эта жизненная форма для липы сердцевидной, клена полевого, черемухи, ильма и осины.

Угнетенный, длительно живущий подрост деревьев заканчивает онтогенез, не вступая в пору плодоношения. Внешне он выглядит как аэроксильный кустарник

При ответе на пятый вопрос рассматриваются пути онтогенеза лиственных деревьев и их виталитет. Разнообразие путей развития (поливариантность онтогенеза) лиственных деревьев проявляется, в первую очередь, в дифференциации растений одних и тех же возрастных состояний по уровням жизненности (Методика изучения жизненного состояния, 1987; Ценопопуляции растений, 1988).

Для лиственных деревьев обычно выделяется четыре уровня жизненности: *нормальный, пониженный, низкий* и *сублетальный*.

У особей *нормального* уровня жизненности с начала и до конца онтогенеза хорошо выделяется главная ось, растение имеет наибольшие размеры в каждом возрастном состоянии, у него отсутствуют следы отмираний, перевершиниваний,

потерь частей кроны. Растения нормальной жизненности проходят онтогенез полностью.

Растения *пониженной* жизненности формируются главным образом из особей, попавших в неблагоприятные для роста условия: сильное затенение, задернение, недостаток влаги, повреждение животными и пр. Эти деревья медленнее растут и развиваются, они уступают по размерам нормальным особям. Формирование их побеговой системы в принципе осуществляется так же, как у предыдущей группы, но в связи с медленными темпами роста в высоту и недолговечностью скелетных ветвей (периодически, хотя бы частично, ветви сменяются) они имеют плосковершинную щитковидную крону. Для некоторых видов, например, липы, ильма, черемухи, клена полевого, такая форма роста при пониженной жизненности характерна не только для прегенеративных, но и плодоносящих особей (Полтинкина, 1985).

У деревьев *низкой* жизненности ствол и скелетные ветви всегда несут следы перевершиниваний: большие веточные рубцы на скелетных осях. Размеры их на протяжении всей жизни значительно меньше, чем у особей нормальной и пониженной жизненности. Они довольно долго задерживаются в прегенеративном периоде и быстро «проскакивают» генеративный период. Плодоношение на протяжении всего генеративного периода обычно незначительное.

Растения выделенных трех уровней жизненности могут полностью пройти все этапы онтогенеза, однако низкий уровень жизненности обычно пополняют особи, поступающие из более высоких уровней жизненности вследствие локальных ухудшений условий обитания.

К четвертому, *сублетальному*, уровню относятся растения, которые без повышения жизненности не в состоянии развить древесную форму роста. Растения этого уровня жизненности при большом абсолютном возрасте имеют вид кустовидного подроста и отличаются: постоянным перевершиниванием, развитием новых скелетных осей из спящих почек, накоплением отмирающих скелетных осей в базальной части растения, постоянным уменьшением годичных приростов (Смирнова и др., 1984). В практике лесоводства такие растения называются «торчками», по предложению Т. А. Работнова (1985), они получили название *квазисенильных.* Переход древесных растений на самый низкий уровень жизненности возможен в имматурном или виргинильном состояниях (очень редко в ювенильном), когда растение уже обладает значительным запасом спящих почек и имеет хорошо развитую корневую систему. У квазисенильного подроста есть период, когда он еще способен при улучшении световой обстановки к дальнейшему росту и развитию. При очень длительной жизни в условиях угнетения (50–100 лет в зависимости от видовой принадлежности) такая способность утрачивается, особи становятся истинно сенильными, минуя генеративный период.

Вопросы для самоконтроля

1. Дать определение что такое флористический состав.
2. В чем заключается экобиоморфологический состав лесного фитоценоза?

3. Дать определение ценотической значимости видов в экосистеме. Фитоценотипы.

4. Что такое ярусность?

5. Что такое синузия? Типы синузий.

6. Рассказать об уровнях жизненности растений.

Тема 3. ДИНАМИКА ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ

Ключевые вопросы темы

1. Временная динамика.
2. Сезонные изменения структуры фитоценоза.
3. Флуктуации в лесных фитоценозах.
4. Возрастные изменения в лесных экосистемах.
5. Современная лесная парадигма.

Ключевые понятия: динамика, суточная изменчивость, сезонная изменчивость, флуктуационная изменчивость, фитоклимат, аспект, возрастная изменчивость, лесная парадигма.

Методические рекомендации

При ответе на первый вопрос рассматриваются варианты временной динамики лесных экосистем. Растительные сообщества находятся в постоянном изменении. Особи растений изменяются в размерах и фенологическом развитии, у популяции – изменяется возраст и обилие (численность, проективное покрытие, фитомасса). На уровне сообщества изменяется видовой состав, соотношение обилия видовых популяций, экологических групп, жизненных форм и строения.

Причины изменений в генетической программе их развития – онтогенезе

Факторы изменения растительных сообществ:

- трансформация растениями среды;
- взаимодействие растений;
- деятельность гетеротрофных организмов (поедание растений фитофагами);
- деятельность человека (сенокошение, заготовка древесины); изменяя состав и строение сообществ, человек вмешивается в трансформацию растениями среды.

Процессы, происходящие при изменениях растительности делятся на:

- ***эндогенез*** **(*эндоэкогенез*)** движущей силой динамики являются сами растения
- ***экзогенез*** **(*экзоэкогенез*)** вызывают внешние по отношению к сообществу факторы.

Циклические изменения растительных сообществ:

- *суточная* изменчивость;
- *сезонная* изменчивость;
- *флуктуационная* изменчивость.

Направленные необратимые изменения называются ***сукцессиями.***

Суточная изменчивость фитоценозов проявляется лишь в период вегетации растений и, где в течение суток изменяются условия произрастания: интенсивность света, температура, влажность воздуха, сила и направление ветра, воздействие животных. За сутки изменяются все жизненные функции растений: фотосинтез, транспирация, поглощение воды и элементов минерального питания, выделение метаболитов и др., что, в свою очередь, ведет к колебаниям в составе воздуха внутри фитоценозов (содержание CO_2, газообразных специфических выделений и др.). При смене дня ночью в связи с различиями в образовании и расходовании ассимилятов происходят суточные колебания в массе органов растений.

У многих видов растений существует суточный ритм цветения. Например, осоковые и ситниковые цветут утром, отдельные виды злаков - также в определенный период суток. Для ветроопыляемых растений это важное приспособление, обеспечивающее высокую насыщенность приземного слоя воздуха их пыльцой в данное время суток и повышение эффективности опыления ветром. Различия в суточной ритмике цветения произрастающих совместно и цветущих одновременно близких систематически видов обусловливают их биологическую изоляцию. Суточная периодичность цветения отмечена и для насекомоопыляемых растений. В течение суток у некоторых видов изменяется расположение цветков и соцветий (в том числе, в связи с их гелиотропизмом), а также ориентация листьев. Последнее представляет собой приспособление к более полному использованию света. У некоторых видов со сложными листьями листочки на ночь опускаются вниз. Периодичность в цветении, а также смены в расположении листьев вызывают небольшие, изменения внешнего вида **(аспекта**) некоторых фитоценозов.

Состав и структура фитоценозов в течение суток остаются постоянными.

Сезонная изменчивость фитоценозов вызвана изменениями в течение года условий произрастания растений и присутствием в составе фитоценозов видов, различающихся по ритму сезонной вегетации. Этот тип изменчивости фитоценозов регулярно повторяется из года в год, и потому его можно предсказать. Исключение представляют лишь годы, резко отклоняющиеся по метеорологическим условиям от средних.

Изменение условий произрастания в течение года может быть обусловлено особенностями:

- общего климата,
- гидрологического режима,
- фитоклимата,
- воздействия человека и животных.

С особенностями климата связаны сезонные изменения светового и температурного режимов, а также обеспеченности растений водой.

Для обширных регионов характерна смена в течение года двух сезонов: вегетационного (периода активной вегетации растений) и вневегетационного (периода сезонного покоя или полупокоя если не всех, то большинства компонентов фитоценозов), длительность которых имеет большое значение в определении сезонной изменчивости фитоценозов.

Длительность вегетации варьирует от нескольких недель (особенно в местах скопления снега в Арктике и в высокогорьях) до круглогодичной.

В регионах, где прекращение вегетации связано с наступлением периода низких температур, постепенность или контрастность перехода от вегетационного к вневегетационному сезону в значительной мере зависит от присутствия в составе фитоценозов вечнозеленых видов, способных к фотосинтезу при низких температурах. Нередко переход к вневегетационному сезону здесь обусловлен не только и не столько снижением температуры, сколько отсутствием доступа света к растениям, покрытым снегом.

Особенности гидрологического режима в основном имеют значение для определения сезонной изменчивости фитоценозов, расположенных в пониженных элементах рельефа (низины, поймы), заливаемых в определенное время полыми или натечными водами. Здесь на сезонную климатическую изменчивость накладываются колебания гидрологического режима. Существенную роль играет время начала затопления водой, длительность затопления, быстрота схода воды с поверхности. В связи с затоплением в поймах можно различать период подводной вегетации растений («озерный») и период после схода полых вод ("сухопутной вегетации"). Там, где растения начинают вегетировать до затопления, а «озерный период» достаточно длителен, выделяют три периода сезонного состояния фитоценозов: до затопления, «озерный», послеспадовый. В таких условиях фитоценозы могут быть образованы видами, начинающими и заканчивающими вегетацию до затопления; начинающими ее до затопления, прекращающими в период затопления, но продолжающими ее после схода полых вод; вегетирующими как до затопления, так и во время затопления (образуя подводные побеги), а также после затопления; вегетирующими только в «послеспадовый период».

Значение фитоклимата в определении сезонной изменчивости особенно отчетливо проявляется в листопадных лесах, где условия обитания растений, образующих нижние ярусы, особенно обеспеченность их светом, меняются в течение вегетационного сезона.

Ценотически обусловленная сезонная изменчивость наиболее хорошо выражена в широколиственных лесах, где ранней весной формируется синузия весенних эфемероидов (хохлатки плотной, ветреницы лютиковой, чистяка весеннего, пролески сибирской и др.); после отмирания которых в травяном ярусе начинают преобладать теневыносливые травы, вегетирующие в летнее время (например, сныть обыкновенная).

Синузия из весенних эфемероидов помимо широколиственных выражена в некоторых типах ольховых и лиственничных лесов (так, по наблюдениям в Московской области в серо-ольховых лесах хорошо развита синузия из хохлатки плотной, ветреницы лютиковой и чистяка. Синузия весенних эфемероидов отсутствует в березняках и осинниках, возникающих на месте хвойных лесов. Следовательно, сама по себе листопадность растений, образующих древесный ярус, и связанные с ней благоприятные условия освещения припочвенного горизонта весной не определяют возможности формирования синузии весенних

эфемероидов. Очевидно, имеет значение обеспеченность растений элементами минерального питания, особенно азотом.

При ответе на второй вопрос рассматриваются сезонные изменения фитоценоза. Выделяют (Работнов, 1978) три группы растений, различающиеся по сезонной устойчивости в определении структуры фитоценозов:

1) имеющие многолетние надземные органы, включая листья и заменяющие их образования, – вечнозеленые деревья, кустарники, кустарнички, а также мхи и лишайники. Структура ярусов (горизонтов), образованных растениями этой группы, остается постоянной в течение года или меняется незначительно, что можно установить лишь при применении точных методов учета;

2) имеющие сезонноустойчивые системы осевых органов с резко меняющимся в течение года олиственением – листопадные деревья, кустарники, кустарнички. Такие виды в течение всего года принимают участие в определении структуры соответствующих ярусов, но их роль неодинакова в зависимости от того, находятся ли они в олиственном или безлистном состоянии;

3) травянистые растения, ежегодно заново образующие надземные органы. Для них характерна различная от вида к виду длительность периода участия в формировании травяного или травяно-кустарничкового яруса.

В зависимости от выраженности ярусности и сезонной устойчивости надземных органов растений, различают большое число типов сезонной изменчивости структуры фитоценозов:

- *сосновый лес с хорошо развитым напочвенным покровом из кладоний.* Оба основных яруса (древесный и лишайниковый) сохраняются в течение года, и структура фитоценозов остается круглый год одной и той же;

- *лиственничный лес с хорошо выраженным ярусом из брусники и зеленых мхов.* Значимость ярусов из брусники и мхов остается в течение года устойчивой, в то время как структура древесного яруса, образованного листопадной лиственницей, летом и зимой различна;

- *дубово-лещинный лес* – два яруса (из дуба и лещины) образованы листопадными древесными растениями, участвующими в формировании структуры фитоценоза круглый год, но различно летом и зимой, а в состав травяного яруса могут входить весенние эфемероиды, определяющие его структуру ранней весной, виды, вегетирующие в течение всего вегетационного сезона с максимумом в середине лета (сныть), и виды, сохраняющие зеленые листья зимой и участвующие в формировании структуры круглый год (осока волосистая).

Смена аспекта **–** изменение внешнего вида фитоценозов в течение года или вегетационного сезона и определяется как сезонной динамикой структуры фитоценозов, так и сменой фенологического состояния видов, входящих в их состав. Во многих фитоценозах основное значение в выделении аспектов имеют сменяющиеся за вегетационный сезон фазы цветения некоторых видов. В ряде случаев не меньшую роль играет фаза плодоношения.

Выраженная то более, то менее отчетливо смена аспектов свойственна всем фитоценозам. В многоярусных фитоценозах она может отчетливо

проявляться только в одном (например, в травяном) или во всех ярусах (листопадные леса с травяным ярусом). Смена аспектов в различных ярусах не всегда происходит синхронно, иногда ей способствует воздействие животных, например массовое поедание листьев в древесном ярусе листогрызущими насекомыми (аспекты нормального олиствения, массового повреждения листьев, новой генерации листьев). В некоторых фитоценозах они связаны с чередованием по вегетационному сезону появления многочисленных плодовых тел различных видов шляпных грибов. В большинстве случаев плодовые тела вводят дополнительный штрих в аспект, создаваемый другими растениями. Смены аспектов отражают смену сезонного состояния фитоценозов и их компонентов, что тесно связано с изменением условий произрастания как внутри фитоценоза, так и в пределах окружающей местности.

Сезонные изменения состава фитоценозов. Флористический и экобиоморфный состав фитоценозов в течение года (или вегетационного сезона) не изменяется, но численность особей и состав ценотических популяций компонентов фитоценозов колеблется. Это обусловлено неравномерным в течение года и вегетационного сезона возникновением и отмиранием особей, а также переходом их из одного возрастного состояния в другое, из активного состояния в покоящееся, и наоборот.

Изменение численности особей наиболее выражено у растений, размножающихся семенами. Семена в определенное время поступают на поверхность почвы, в результате обсеменения входящих в состав ценоза взрослых особей или приноса извне, а затем прорастают, поедаются животными, теряют всхожесть, сохраняются в почве. Количество жизнеспособных семян, находящихся в почве и на ее поверхности до начала обсеменения растений в данном году, также претерпевает изменения в течение года из-за частичного прорастания или утраты ими жизнеспособности.

Массовое возникновение всходов у большинства видов приурочено к определенному периоду или периодам вегетационного сезона: обычно непосредственно после обсеменения или в начале следующего вегетационного сезона. Как правило, в природных фитоценозах большинство всходов отмирает в год возникновения, и их численность резко колеблется по вегетационному сезону. То же самое наблюдается у ювенильных и имматурных особей, что связано с их отмиранием, переходом в более взрослое состояние, пополнением за счет растений более молодых возрастных групп. Число взрослых особей в течение вегетационного сезона обычно остается неизменным, если на растения нет воздействий, вызывающих их гибель (например, деятельность землероев, ветровал).

Таким образом, в течение вегетационного сезона и года происходит смена состояний фитоценозов, что представляет собой один из характерных признаков отдельных типов растительных сообществ. Общей закономерностью сезонной изменчивости является зависимость параметров растительного сообщества от изменения экологических факторов в течение вегетационного сезона.

При ответе на третий вопрос рассматриваются типы флуктуации. Параметры любого растительного сообщества не остаются неизменными, а

колеблются от года к году. Изменяются сроки прохождения фенологических фаз, обилие видов и их соотношение, фитомасса, иногда происходят изменения и во флористическом составе. Причина, определяющая эти изменения, заключается в колебаниях погодных условий – количества солнечной радиации, поступающей к растительности, температурного режима, количества осадков. Меняющиеся условия существования дают преимущества то одним, то другим видам, что приводит к изменениям в системе взаимодействий между растениями. Такие колебательные изменения растительных сообществ названы *флуктуациями* (Gleason, 1939). Широко используется также термин *«разногодичная изменчивость»* (Работнов, 1955). Б. М. Миркин с соавторами (1989) *флуктуациями* называет *ненаправленные, различно ориентированные или циклические разногодичные изменения растительного сообщества, завершающиеся возвратом к близкому к исходному состоянию.*

К основным причинам возникновения флуктуации фитоценозов относятся изменения от года к году или по периодам лет метеорологических условий, гидрологического режима (заливание полыми или натечными водами, включая отложение наилка, глубина грунтовых вод и др.), воздействия человека. Все это непосредственно и косвенно, через изменение фитоценоза, влияет на зоокомпоненты ценозов и на почвенные организмы, обеспечивающие минерализацию отмерших органов растений, вызывая значительные колебания в численности и активности животных-фитофагов, паразитных грибов и других, что, в свою очередь, в состоянии привести к флуктуациям фитоценозов. Флуктуации могут быть обусловлены и особенностями жизненного цикла некоторых видов растений, что, как правило, тесно связано с изменениями в условиях их произрастания по годам.

Различают следующие типы флуктуаций в соответствии с причинами их возникновения (Работнов, 1978):

а) экотопические, связанные с различиями по годам в метеорологических, гидрологических и других условиях экотопа;

б) антропогенные, обусловленные различиями в форме и интенсивности воздействия человека;

в) зоогенные, вызванные различиями в воздействии растительноядных и роющих животных (в особенности грызунов-землероев и насекомых);

г) фитоциклические, связанные с особенностями жизненного цикла некоторых видов растений и (или) с неравномерным по годам их семенным или вегетативным размножением;

д) фитопаразитарные, обусловленные периодическим (или эпизодическим) размножением паразитных грибов и др.

Несмотря на очень значительные изменения в соотношении компонентов, в структуре и продуктивности фитоценозов флуктуации от сукцессий отличаются следующим:

1) флористический состав фитоценозов остается устойчивым, внедрения новых видов нет или период участия внедрившихся видов в составе ценозов очень непродолжителен;

2) изменения фитоценозов не направленные, а обычно ориентированные в различных направлениях (как, например, при чередовании влажных лет с засушливыми);

3) изменения, в том числе очень значительные в соотношении компонентов (вплоть до смены доминантов), в структуре, в продуктивности длятся недолго, после прекращения действия причины, вызвавшей изменения, происходит возврат к состоянию, близкому к исходному.

При флуктуациях может изменяться весь ценоз или только отдельные, свойственные ему синузии. Поэтому можно говорить о флуктуационной изменчивости отдельных синузий и соответствующим образом различать ценозы по устойчивости или изменчивости слагающих их синузий. В отличие от флуктуаций при сукцессиях (сменах фитоценозов) происходят направленные изменения фитоценозов, сопровождающиеся изменением флористического состава, в результате внедрения новых видов, и не происходит возврата к исходному или близкому к нему состоянию.

Границу между сукцессиями и некоторыми флуктуациями очень трудно провести. Например, после уничтожения коренных типов лесов (вырубка, пожары и пр.) происходят смены фитоценозов в направлении к исходному состоянию, т. е. основание относить «обратимые изменения», если они краткосрочны, к флуктуациям, а протекающие в течение длительного периода времени – к демутационным сукцессиям. В качестве предельного срока отнесения «обратимых изменений» к флуктуациям предложено принять длительность одиннадцатилетних циклов изменений солнечной активности (Работнов, 1972). Но этот срок, конечно, достаточно условен, поскольку причины, вызывающие флуктуации, не всегда связаны с циклом солнечной активности.

В связи с различной выраженностью во флуктуационной изменчивости отдельных типов фитоценозов можно различать *флуктуационноустойчивые и флуктуационно-изменчивые фитоценозы*.

К флуктуационноустойчивым относят фитоценозы, образованные видами с многолетними надземными органами (древесными растениями, мхами, лишайниками), а также монодоминантные травяные фитоценозы, приуроченные к экотопам с малоизменяющимися по годам условиями произрастания растений. Многие травяные фитоценозы – флуктуационно неустойчивы: по годам в них происходят изменения в количественных соотношениях компонентов вплоть до смены доминантов, меняется продуктивность и структура, включая выраженность мозаичности.

При ответе на четвертый вопрос рассматриваются проблемы возрастной изменчивости лесного фитоценоза.

Возрастные изменения древостоев представляют собой следующее: чащу, жердняк, приспевающее, спелое, перестойное насаждения (перестой). Смена возрастных состояний нередко происходит при вторичных сукцессиях на месте вырубок и гарей, где массово возобновляется какой-то вид древесного растения, способный длительно доминировать и быть эдификатором. В случае обильного приживания древесных растений их число настолько велико, что кроны

смыкаются, образуя чащу. Сильное затенение и значительный опад часто исключают возможность произрастания других автотрофных растений – образуются мертвопокровные насаждения (начальная мертвопокровная фаза). Затем с ростом деревьев и усилением конкуренции между ними, из-за увеличения потребности в необходимых ресурсах, происходит постепенное изреживание древостоя и смена фаз жердняка, приспевающего и спелого насаждений. ***В фазе спелого насаждения*** средообразующее воздействие доминирующего древесного растения, а также общий запас органического вещества в ценозе достигают максимума. Если насаждение не уничтожается пожаром или вырубкой, оно вступает в фазу перестоя. Происходит дальнейшее изреживание древостоя в связи с отмиранием деревьев, поскольку из-за старения они легко поражаются грибными паразитами и насекомыми, более подвержены ветровалу, менее устойчивы к засухе и низкой температуре. Изреживание первого яруса древесного полога ведет к образованию «окон возобновления» и развитию других ярусов древесной растительности.

За период существования древостоя, возникшего в результате массового обсеменения и приживания всходов, происходят значительные изменения в его структуре (изменяется число деревьев на единице площади, их высота, диаметр стволов, размеры крон, мощность корневой системы), что сопровождается различиями в воздействии древостоя на растения нижних ярусов (затенение, задержание кронами атмосферных осадков, опад, влияние через корневые системы). Это находит отражение в изменениях состава ярусов, образованных кустарниками, кустарничками, травами, мхами, лишайниками, а также в возможности возникновения и приживания молодых особей доминирующего древесного растения. Нет сомнения в том, что в данном случае происходит смена возрастных состояний одного и того же природного образования возрастных состояний одного и того же типа леса (типа фитоценоза) (по Сукачеву, типа лесного биогеоценоза). Поскольку изменения связаны в основном с увеличением возраста одних и тех же особей доминирующего древесного растения и постепенным сокращением их числа, т. е. со сменой возрастных состояний одной и той же ценопопуляции, то вполне правомерно рассматриваемое явление трактовать как смену одного и того же типа леса (типа фитоценоза). Полная характеристика подобных типов, естественно, должна включать изменения, происходящие из-за увеличения возраста древостоя.

При ответе на пятый вопрос рассматриваются современные представление о динамике лесной растительности.

Система современных представлений о динамике лесной растительности, ее основных факторах и механизмах, получила название «***геппарадигмы***» (*gap* – прорыв). Ее основу составляет концепция мозаики «окон возобновления», которая возникла при исследовании лесов, не испытавших экзогенных воздействий, нарушающих естественную смену поколений деревьев, т. е. развивающихся в спонтанном режиме. Изложение основ парадигмы проводится по материалам коллективных монографий «Восточно-европейские широколиственные леса» (под общ. ред. О. В. Смирновой (1994)) и «Оценка и

сохранение биоразнообразия лесного покрова в заповедниках Европейской России» (отв. ред. Л. Б. Заугольнова (2000)).

Основные положения парадигмы:

1. Вне зависимости от географического положения и флористического состава естественные леса имеют сходные принципы мозаично-ярусной организации.

2. Естественные леса представляют собой сукцессивную мозаику элементов мозаично-ярусной структуры.

3. Элементы мозаично-ярусной структуры выделяются по скоплениям синхронно развивающихся популяционных локусов древесных видов. Скопления, в свою очередь, формируются в естественных лесах после нарушений, приводящих к образованию прорывов в сплошном пологе леса.

4. Размеры прорывов (gaps, «окон») в пологе леса определяют видовой состав успешно возобновляющихся древесных видов и их количественные сочетания.

5. Онтогенез древесных видов в лесных ценозах, включающий стадии молодости, зрелости, старения и смерти, определяет популяционную жизнь видов подчиненных синузий автотрофов и в некоторой степени популяционную жизнь гетеротрофов.

6. Устойчивое существование лесного массива возможно лишь при условии закономерного сочетания элементов мозаично-ярусной структуры, находящихся на разных стадиях развития.

Истоки современных представлений о том, что естественный лес представляет собой мозайку пятен, различающихся по структуре и флористическому составу, восходит к работам А. Уотта (Watt, 1925, 1947) и А. Обревилля (Aubreville, 1971). Первый описал буковый лес как закономерное сочетание пятен, находящихся на разных стадиях развития. Он выделил ***три основные стадии цикла возобновления леса,*** последовательно сменяющих друг друга:

1) фаза «окна» или прогалины (*gap-phase*), которая образуется в результате вывала одного дерева или группы деревьев;

2) фаза построения (*building-phase*), на которой господствует молодое поколение древесных видов;

3) фаза зрелости (*maturity-phase*), образованная взрослыми деревьями.

Предтечей современных представлений является и А. Обревиль, работавший в тропических лесах и предложивший мозаичную теорию возобновления леса (Ричардс, 1961; Aubreville, 1971).

Современные исследователи лесов, с теми или иными дополнениями используют терминологию А. Уотта. Они выделяют три основные стадии возобновления леса (стадии окна, построения, зрелости), которые выделяются по возрастным этапам онтогенеза дерева. В связи с этим лес рассматривается как пространственная мозаика пятен (популяционных локусов одного или нескольких видов), находящихся на разных этапах развития и изменяющихся во времени в результате динамических процессов.

Разносторонние исследования в популяционной биологии, в частности анализ популяции как иерархии структурно-функциональных единиц, привели к формированию понятия элементарных популяционных единиц, в которых возможен устойчивый оборот поколений в конкретных экотопических условиях. С этой точки зрения биоценотический покров можно воспринимать как множество сосуществующих элементарных популяционных единиц. Каждая такая единица, в свою очередь, состоит из множества особей одного вида, необходимого и достаточного для устойчивого потока поколений в минимально возможном пространстве. Элементарные популяционные единицы могут быть охарактеризованы следующими признаками: собственным временем (время жизни одного поколения), собственным пространством (площадью или объемом, необходимым для устойчивого потока, поколений), специфическим уровнем плотности. В демографии растений эти единицы получили название элементарных демографических единиц (ЭДЕ).

Механизмом, интегрирующим разномасштабную мозаику и приводящим к формированию биоценозов как популяционных множеств, служит популяционная жизнь наиболее мощных (для данной территории) средопреобразователей (эдификаторов, ключевых видов). С позиций популяционной биологии *средопреобразователи* (ключевые виды) – это виды, формирующие наиболее крупные и длительно существующие популяционные мозаики, включающие в цикл оборота поколений наибольшую порцию энергии и вещества и производящие наибольшие преобразования в экотопе в результате своей жизнедеятельности. При таком подходе биоценотический покров – это множество условно выделяемых единиц – биоценозов, представляющих собой совокупность совмещенных разноразмерных популяционных мозаик, объединенных наиболее крупными мозаиками основных средопреобразователей.

Мозаичность лесной растительности проявляется не только на внутриценотическом (парцеллярном и внутрипарцеллярном), но и на ценотическом и ландшафтном уровнях. Степень проявления мозаичности напрямую связана с размерами нарушений. К важнейшим параметрам, характеризующим режимы нарушений, относятся: пространственное распределение окон, частота их появления (число окон, образующихся в единицу времени), площади и размеры окон, возникающих в результате нарушений (обычно определяется % от общей площади исследуемой территории), время оборота окон. Существенной характеристикой структуры и динамики лесного массива является распределение окон по классам размеров и соотношение площадей окон разных размеров в пределах лесного массива.

К важнейшим параметрам окон относятся размеры (диаметр, длина, ширина, площадь), ориентация по сторонам света, высота окружающей окно растительности. Данные параметры определяют световой режим, влажность, температуру и скорость ветра. По сравнению с сомкнутым пологом в окнах возрастает интенсивность и продолжительность освещения, изменяется спектральный состав света. Амплитуда суточных температур в окне выше, чем

под пологом леса; влажность воздуха в окне уменьшается, а влажность почвы возрастает, что связано с уменьшением транспирации.

Зарастание окон происходит за счет нескольких составляющих: бокового разрастания крон деревьев, окружающих окно; роста в высоту деревьев нижних ярусов и подроста, существовавших до образования окна; возобновления и роста вновь поселившихся видов. В зависимости от размеров окна соотношение этих процессов будет различным. Так, в лиственных лесах Массачусетса (США), малые окна с диаметром менее 1/2 высоты полога закрываются вследствие бокового разрастания крон окружающих окно деревьев со скоростью 6–14 см/год. В окнах среднего размера (диаметр окна составляет от 1/2 высоты до полной высоты полога) создаются условия для нормального развития теневыносливых видов. В крупных окнах (с диаметром более одной высоты дерева) начинают возобновляться и затем доминируют светолюбивые виды. Для каждого региона в конкретных ситуациях размеры окон, необходимые для развития светолюбивых видов, выше, чем для развития теневыносливых. Так, в тропических лесах критический размер окон для нормального возобновления и роста пионерных видов составляет более 0.1 га.

Популяционные мозаики в России наиболее полно исследованы в широколиственных лесах. Анализ размеров окон в восточноевропейских широколиственных лесах показал, что ни у одного вида деревьев не возможен переход молодых особей к плодоношению в малых окнах площадью до 200 м^2, соизмеримых с проекциями крон одного-двух взрослых деревьев. Даже наиболее теневыносливые из них (бук, клен полевой), поселяясь в таких окнах, длительно задерживаются в прегенеративном состоянии. Полный онтогенез теневыносливых деревьев (бук, виды кленов, липа) возможен в окнах среднего размера (200–600 м^2) а светолюбивых (дуб, ясень, береза, осина) - только в больших окнах (1500–2500 м^2) Вместе со светолюбивыми видами здесь все онтогенетические этапы могут пройти и менее требовательные к свету виды, поэтому формирующиеся в них микрогруппировки деревьев, как правило, полидоминантные. Разнообразие экологических условий в больших окнах способствует одновременному существованию и развитию видов разной экологии и разных типов стратегий. В окнах площадью более 2500 м^2 условия лесной среды заметно различаются в разных частях. Такие окна обычно возникают в результате экзогенных по отношению к популяционной жизни деревьев воздействий. Продолжительность периодически повторяющихся циклов развития окон в рассматриваемых лесах соизмерима с длительностью онтогенеза наиболее крупного и самого долговечного вида - дуба черешчатого.

Во много видовых сообществах при каждом прохождении цикла развития окна виды обычно сменяют друг друга, перемещаясь по площади. В результате асинхронного развития популяционных мозаик на ограниченной территории одновременно существует большое число видов. Биологической основой этой асинхронности является не только разнообразие популяционных стратегий видов, но и поливариантность онтогенеза каждого вида, выражающаяся в разнообразии размерных характеристик, темпов развития, способов размножения и прочего.

Мозаика окон возобновления и их спонтанное развитие описаны и для хвойно-широколиственных, и для таежных лесов. В хвойно-широколиственных лесах в окнах диаметром 20 м и более четко выделяется три этапа развития травяного покрова. На первом этапе, в течение первых лет после образования окна, господствует крупнотравье: возобновление как хвойных, так и лиственных видов деревьев подавлено. На следующем этапе, в течение первого-второго десятилетий, доминирование крупнотравья сохраняется, но видовой состав становится более разнообразным. Господство делят такие виды трав и полукустарников, как малина, борец и другие. На следующем этапе, который длится многие десятилетия, в местах, где господствует вегетативный подрост липы или береза, наибольшее развитие получают обычные неморальные виды (сныть, копытень). В местах, где развиваются пихта и ель, живут типичные бореальные виды (кислица, седмичник). Картирование площадей показало, что окна на первом этапе занимают в среднем 6–8 % от всей площади, на втором этапе – 50–60 %, на третьем – 20–30 % (с господством липы) и 10-15 % (с господством пихты и ели) соответственно.

Более мелким элементом фитогенной мозаики в лесах со спонтанным оборотом поколений деревьев выступает *мозаика ветровально-почвенных комплексов* – ВПК. Они возникают в результате падения взрослых или старых деревьев, сопровождающегося выворотом корневой системы, и включают несколько новых микроместообитаний: вывальную яму, бугор и ствол (валежину), иногда упавшую крону. Эти микроместообитания усиливают дифференциацию почвенного покрова. Так, в широколиственных и хвойно-широколиственных лесах западины часто характеризуются застойным увлажнением и локальным оглеением. В связи с этим в них преобладают виды трав, обычные для пойменных черноольшаников, а среди подроста деревьев виды также выдерживающие застойное увлажнение. Разложившиеся валежины во всех лесах представляют собой оптимальный субстрат для мхов, многих видов трав, кустарников и деревьев разных стратегий. А в хвойно-широколиственных лесах валежины являются наиболее благоприятным субстратом для возобновления основных средопреобразователей: ели европейской и сибирской

Биогеоценотическое значение вывалов деревьев обусловлено площадью нарушения растительного и почвенного покрова. При этом важными косвенными показателями являются: количество вывалов на единицу площади, средние площади, занимаемые вывалами, и средние морфологические параметры элементов ВПК разных возрастных стадий.

В различных типах леса общая площадь ветровального микрорельефа занимает от 6.8 до 25.2 % территории. На ограниченных участках леса групповой ветровал может занимать до 60 % (на склоне букового беднопокровного леса в Карпатах). Полученные средние цифры площади ветровальных нарушений близки к результатам картирования, проводившегося в Гарвардском лесу (США). Ветровальные бугры и западины там занимают 14.4 % территории. Имеются данные о более широкой распространенности ветровального микрорельефа в лесах из ели канадской и бальзамической, тсуги, сосны красной

и белой на северо-востоке Канады в Нью-Брунсуике (48 % территории). В сложных ельниках Смоленской области до 30 % площади лесов занято различными вывалами. В ельниках черничниках и брусничниках Швеции около 1/3 территории покрыто вывалами.

Ветровальное нарушение почвы может охватывать верхний почвенный слой на глубину до 1 м и проявляется в чрезвычайно разнообразной форме. ВПК включает в себя всю зону морфологически выделяемых нарушений почвенного профиля, ограниченную с поверхности ветровальным микрорельефом.

По характеру субстрата бугор делится на две части, одна из которых (внутренняя) сложена перемешанным материалом минеральных почвенных горизонтов, а другая (внешняя) сильно насыщена органическим веществом, содержит включения осыпавшейся лесной подстилки, большое количество разлагающейся древесины.

Экологические микроусловия внутренней стороны почвенного кома ВПК характеризуются отсутствием постоянного увлажнения почвы, частичным пересыханием почвы в верхней части почвенного кома, бедностью оподзоленных горизонтов почвы, обнаженных на поверхности кома. Почва постепенно осыпается с внутренней стороны кома вниз в западину. Механическое перемещение почвы приводит к гибели растений, поселяющихся на "подошве" ВПК.

Экологические условия внешней стороны почвенного кома в начальной стадии формирования ВПК отличаются от условий ненарушенной территории в наименьшей степени по сравнению с другими элементами ВПК. Сохраняется подстилка в почти нетронутом виде, гумусовый и переходный к оподзоленному горизонты почвы. Весь корнеобитаемый слой почвы изменяет своё положение относительно горизонтали, принимая вертикальное положение. Водный режим почвы кома отличается тем, что вода из нижних почвенных горизонтов не поступает и остается только атмосферное увлажнение. Повышается аэрация корнеобитаемого слоя. Подстилка и верхние горизонты почвы со временем опадают на внешнюю сторону ВПК. Гибель многих растений связана с перемещением почвенного материала вниз в период от 20 до 50 лет существования ВПК.

В строении ветровального бугра и западины выделяют 4 почвенных блока:

1 блок перемещенной почвы, субстрат этого блока перемещен относительно основной массы почвы и состоит из полностью или частично перемешанного почвенного материала;

2 разрыхленный корнями почвенный блок, но оставленный на месте;

3 блок со срезанной верхушкой (усеченный ненарушенный профиль – УНП);

4 блок с полным ненарушенным профилем – ПНП.

Таким образом, биогеоценотическая роль ВПК заключается в изменении микрорельефа "окон", в нарушении, перемещении и перемешивании почвы, что в конечном итоге приводит к изменению экологических условий микроместообитаний.

Важнейшим теоретическим следствием gap-парадигмы является представление о лесном ценозе как гетерогенной системе мозаик, организованной популяционной жизнью древесных эдификаторов. В результате многовидовой лесной фитоценоз функционирует как система мозаичных сукцессий разного ранга. Это фундаментальное следствие вступает в противоречие с традиционными представлениями о ценозе как однородном образовании, Данные взгляды сформировались у исследователей вторичных европейских лесов, испытавших сильное антропогенное воздействие.

Природные катастрофы и деятельность человека существенно изменяют размеры и характер эндогенно обусловленных популяционных и биотических мозаик, Элементы антропогенных мозаик в лесных ландшафтах значительно крупнее, чем элементы природных мозаик, поскольку вырубка, выпас, распашка занимают пространства, превосходящие по площади окна распада древесного полога. Вследствие увеличения размеров мозаик падает природное биоразнообразие, поскольку в антропогенных мозаиках создаются неблагоприятные микроклиматические и почвенные условия для приживания подроста многих видов. Кроме того, для видов с малым радиусом распространения семян или вегетативных зачатков крупные антропогенные мозаики – непреодолимые препятствия для расселения

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое суточная изменчивость фитоценоза?
2. В чем состоят сезонные изменения структуры фитоценоза?
3. Охарактеризовать основные типы флуктуации.
4. Рассказать о возрастных изменениях в лесных экосистемах.
5. Сформулировать основные положения современной лесной парадигмы о динамике растительного покрова.

Тема 4 АГРОЛЕСОМЕЛИОРАТИВНОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ РОССИИ

Ключевые вопросы темы

1. Краткие сведения по истории развития лесомелиорации и защитного лесоразведения в мировой практике и в нашей стране.
2. Неблагоприятные природные явления – засухи, суховеи, водная и ветровая эрозия, факторы распространения, масштабы проявления и последствия.

Ключевые понятия: лесомелиорация, защитное лесоразведение, засуха, водная и ветровая эрозии, смыв почвы, ирригационная эрозия.

Методические рекомендации

При ответе на первый вопрос приводятся сведения по истории развития лесомелиорации в России.

Наша страна по праву считается родиной степного и защитного лесоразведения. Оно возникло у нас более 300 лет назад, когда в 1696 г. по

указанию Петра I под Таганрогом в урочище Большая Черепаха была заложена дубовая роща. К началу XIX в. относятся посадки колонистов, проводимые под руководством И. И. Корниса, работы известных энтузиастов лесоразведения В. П. Скаржинского в Херсонской губернии (с 1816 г.), М. М. Кирякова – под Одессой (с 1825 г.). Защитное лесоразведение развивалось параллельно с массивным степным.

Впервые идею использования леса для полезащитных целей выдвинул в 1766 г. известный агроном, лесовод и плодовод А. Т. Болотов, а претворил ее в жизнь в своем имении «Трудолюб» (Полтавская обл.) в 1809 г. В. Я. Ломиковский: он обсадил свои поля лесными полосами и получал высокие урожаи сельскохозяйственных культур. Н. В. Гоголь, изобразив Ломиковского в «Мертвых душах» в лице помещика Костанжогло, писал о нем: «Когда вокруг засуха, у него нет засухи; когда вокруг неурожай, у него нет неурожая!». Большую роль в развитии степного лесоразведения сыграло организованное в 1843 г. первое степное лесничество – Велико-Анадольское. Основателем его был выдающийся ученый-лесовод В. Е. Графф, который возглавлял лесничество с 1843 по 1866 г. В дальнейшем лесничеством руководили известные лесоводы и ученые Л. Г. Барк (с 1866 по 1877 г.), Х. С. Полянский (с 1877 по 1897 г.), Н. Я. Дахнов (с 1897 по 1919 г.).

Опытными работами, проводимыми в Велико-Анадольском лесничестве, доказано, что основной породой для лесоразведения в степях должен быть дуб. Здесь были разработаны эффективные схемы смешения и основы агротехники культур дуба, но. главное -доказана возможность создания в черноземных степях достаточно устойчивых массивных лесных насаждений. Почти одновременно с Велико-Анадольским на юге России был создан еще ряд степных лесничеств: Бердянское (1844), Миусское (1872), Донское (1876), Атаманское, Манычское, Сальское и Быстрянское (1884–1888), Уральское (1881).

С 1882 г. под руководством ученого-лесовода Н. К. Генко большие работы проводились на юго-востоке (Ставропольский край, Волгоградская, Воронежская, Саратовская, Самарская, Оренбургская области): было посажено около 18 тыс. га широких лесных полос по водоразделам рек.

В 1885 г. Гродским были заложены полезащитные лесные Полосы в Тчшашевском удельном имении (Самарская обл.), а в 1891 г. – Андриенко в Росташевском имении (Саратовская обл.). На базе тимашевских лесных полос в 1932 г. был организован Тимашевский агролесомелиоративный опорный пункт, в дальнейшем преобразованный в агролесомелиоративную опытную станцию.

Первые работы по выращиванию противоэрозионных насаждений относятся к 1822 г., когда в с. Моховое (Орловская обл.) начали облесение овражно-балочных систем. В первые 30 лет этими работами руководил Ф.Х. Майер, а в последующие 30 – Т. Н. и И. И. Шатиловы. Шатиловский лес, ныне Моховское опытное лесничество, пользуется широкой известностью.

В период с 1804 по 1818 г. производились посадки сосны на сыпучих песках Северского Донца И. Я. Данилевским. Сосновый бор на площади около 1 тыс. га просуществовал до 1887 г. К 1804 г. относятся посадки пастора Битнера на дюнных Прибалтийских песках. В 1870 г. на Нижнеднепровских песках

организуется Алешковское лесничество, первым лесничим которого был Бейлант, а с 1893 г. – И. А. Борткевич. В 1879 г. приступили к облесительным работам на Арчадинских песках (Волгоградская обл.). В 1895 г. началось облесение Терско-Кумских песков, где впоследствии была организована Ачикулакская опытная станция.

Значительные работы по закреплению и облесению оврагов и песков были осуществлены песчано-овражными партиями, организованными в 1898–1900 гг. Работами, которые выполнялись за счет общественных средств, руководил известный мелиоратор А. Н. Костяков.

Научные основы полезащитного и противоэрозионного лесоразведения были заложены экспедицией В. В. Докучаева, организованной 22 мая 1892 г. после сильной засухи 1891 г., вызвавшей голод и смерть населения во многих районах России. Экспедицией были вскрыты причины засухи и разработан комплекс мероприятий по борьбе с ней.

В. В. Докучаев по праву считается основателем новой научной дисциплины – лесные мелиорации. Свое учение о культурных ландшафтах он осуществил на практике при создании в черноземных степях Каменно-Степного, Старобельского и Велико-Анадольского лесомелиоративных участков.

В своих классических трудах В. В. Докучаев выявил роль глубин местных базисов эрозии, наметил основные стадии развития оврагов, классифицировал эродированные почвы, установил особую роль структуры чернозема в их противоэрозионной устойчивости, создал стройное учение о необходимости комплексного воздействия на весь ландшафт. Существенный вклад в развитие лесных мелиорации внесли Г. Н. Высоцкий, Г. Ф. Морозов, Н. С. Нестеров, П. А. Костычев, А. А. Измаильский, К. А. Тимирязев, М. К. Турский, Н. П. Кобранов, А. И. Воейков и др. Г. Н. Высоцкий, первый заведующий Велико-Анадольского лесомелиоративного участка (1893–1904 гг.), провел большие работы по изучению мелиоративных свойств леса и технике создания леса и степи. Он диалектически раскрыл взаимодействие леса и окружающей среды, впервые изучил гидрологическую роль леса. Г. Н. Высоцкий на основании опытов Х. С. Полянского первый дал рекомендации по созданию культур древесно-кустарниковым типом смешения, который позволяет выращивать долговечные и устойчивые насаждения и который не изжил себя до настоящего времени. Он подобрал наиболее пригодный ассортимент деревьев и кустарников для облесения черноземных степей, выявил роль рельефа и растительности в развитии эрозионных процессов.

Неоценимым вкладом не только в лесоводственную, но и в лесомелиоративную науку явились новое учение о лесе, созданное выдающимся русским лесоводом Г. Ф. Морозовым, и его исследования по изучению биологии отдельных пород и лесных насаждений.

В развитии лесных мелиорации большую роль сыграли работы Н. С. Нестерова по изучению влияния леса на ветровой режим, поверхностный сток и другие гидрологические факторы. Работы М. К. Турского были направлены на изучение лесистости местности с целью улучшения условий ведения сельского и водного хозяйства.

Резкий, подъем защитного лесоразведения в связи с внедрением идей В. В. Докучаева и других выдающихся предшественников в сельское хозяйство начался после Конференции по борьбе с засухой (июль 1931 г.), в работе которой принимали участие выдающиеся агролесомелиораторы и лесоводы Г. Н. Высоцкий, Н. И. Сус, М. Е. Ткаченко, А. В. Альбенский и др.

Борьбе с засухой и водной эрозией почв, степному и защитному лесоразведению постоянно уделяется большое внимание в советский период, когда были приняты специальные постановления:

В Постановлении Совета Труда и Обороны «О борьбе с засухой», подписанном В. И. Лениным 29 апреля 1921 г., в обязанность Центральному лесному отделу вменялось развить в государственном масштабе работы по укреплению оврагов и песков путем создания древесных насаждений, в частности в районах Саратовской, Самарской, Царицынской, Астраханской, Тульской и Донской обл.; устройству снегосборных полос и изгородей; облесению вырубок, гарей и других безлесных пространств в засушливых районах, а также в верховьях и по берегам рек.

В период с 1928 по 1932 г. было посажено 212 тыс. га лесных полос и с 1933 по 1937 г. – 278 тыс. га. До 1941 г. в СССР было создано свыше 900 тыс. га защитных лесонасаждений. Но наибольший размах защитное лесоразведение получило в послевоенные годы в связи с Постановлением директивных органов от 20 октября 1948 г. «О плане полезащитных лесонасаждений, внедрения травопольных севооборотов, строительства прудов и водоемов для обеспечения высоких и устойчивых урожаев в степных и лесостепных районах европейской части СССР» и от 20 марта 1967 г. «О неотложных мерах по защите почв от ветровой и водной эрозии». Позже объемы защитного лесоразведения стали уменьшаться, наблюдалась значительная гибель насаждений из-за отсутствия надлежащих агротехнических и лесоводственных уходов. Часть насаждений, достигших предельного возраста, нуждается в восстановлении или замене новыми.

Правительством нашей страны созданы специальные научно-исследовательские институты: в 1931 г. – Всесоюзный научно-исследовательский агролесомелиоративный институт (ВНИАЛМИ) С сетью опытных станций и опорных пунктов, в 1969 г. – Всесоюзный научно-исследовательский институт защиты почв от эрозии (ВНИИЗПЭ).

А. В. Альбенский, длительное время руководивший ВНИАЛМИ, внес немалый вклад в теорию и практику защитного лесоразведения, особенно в разработку вопросов размещения, системы защитных насаждений и ассортимента древесных пород для полезащитных лесных полос и противоэрозионных насаждений.

Научные исследования В. А. Бодрова, П. Д. Никитина, П. С. Захарова, Б. И. Логинова и других ученых позволили разработать рекомендации по размещению, конструкции, агротехнике выращивания, обоснованию ширины полезащитных лесных полос в различных почвенно-климатических условиях. Е. С. Павловский разработал научные основы ведения лесного хозяйства в

насаждениях полосного типа и стройную концепцию экологической и социальной роли агролесомелиорации.

К концу 1991 г. на бывшей территории СССР имелось 5,6 млн га защитных лесонасаждений (без государственных защитных лесных полос (ГЗЛП) и других насаждений несельскохозяйственного назначения). В агросфере России на начало 1994 г. имелось 2750 тыс. га насаждений, в том числе 1233 тыс. га полезащитных, 1008 тыс. га противоэрозионных, 97 тыс. га на аридных пастбищах, 360 тыс. га на песках и 52 тыс. га по берегам малых рек и вокруг поселков. В соответствии с Федеральной программой развития агролесомелиоративных работ в России, разработанной ВНИАЛМИ, для экологического и социального благоустройства сельскохозяйственных земель России необходимо иметь 14 млн га различных защитных лесонасаждений, что соответствует 5,8 % всех сельскохозяйственных угодий, или около 8 % площади всего агролесомелиоративного фонда.

При ответе на второй вопрос рассматриваются неблагоприятные природные явления, требующие лесомелиоративных решений.

Большой вред сельскому и другим отраслям народного хозяйства приносят засуха, суховеи, метелевые и холодные ветры, ветровая эрозия почв (дефляция), водная эрозия почв, абразия, оползни и селевые потоки.

Под ***засухой*** следует понимать неблагоприятное сочетание гидрометеорологических условий, при котором в организме растений происходит нарушение водного баланса, вызывающее резкое снижение или полную гибель урожая. Засуха может быть почвенная, атмосферная и общая.

Почвенная засуха вызывается отсутствием или недостатком атмосферных осадков, сдуванием снега с полей, поверхностным стоком талых и ливневых вод, а также низким уровнем агротехники ведения хозяйства.

Атмосферная засуха – неизбежное свойство континентального климата, она наступает при высокой температуре и низкой влажности воздуха. В период атмосферной засухи даже при наличии продуктивной (усвояемой) влаги в почве иногда происходит увядание или полная гибель растений в результате того, что у них резко возрастает интенсивность транспирации, а корневая система и проводящие сосуды не успевают обеспечить подачу воды из почвы. Обычно атмосферная засуха предшествует почвенной и общей. Засуха наиболее часто возникает в южных и юго-восточных районах Европейской части России, где из трех лет один бывает засушливым, или засуха повторяется два-три года подряд.

Суховеи. Наиболее губительной бывает засуха, сопровождаемая суховеями – ветрами, имеющими скорость более 3–5 м/с и приносящими нагретые массы воздуха с низкой влажностью. В суховейные дни в 13 ч температура воздуха бывает обычно выше 25–30 °С, а относительная влажность воздуха меньше 20–30 %. Высокая температура не является обязательным признаком суховейных ветров.

При слабых суховеях, когда дефицит влажности в дневные часы достигает 20–30 мм, скручивание и пожелтение листьев наблюдается только при продолжительном воздействии ветра на растения или при условии, если его воздействие совпадает с почвенной засухой.

Суховеи могут вызывать засуху. Засухи и суховеи оказывают губительное влияние на урожай всех сельскохозяйственных культур, на продуктивность лугов и пастбищ, на рост и состояние лесных культур и естественных лесов.

Метели и холодные ветры. Различают верховую, низовую и общую метель. Под верховой метелью понимают снегопад при наличии ветра, который подхватывает снежинки, переносит их и откладывает в местах затишья. Низовая метель (поземка) характеризуется переносом сухого снега, выпавшего раньше, она начинается при скорости ветра 3–5 м/с. Общая метель – это сочетание верховой и низовой метелей. Метели при скорости ветра 10–20 м/с называются бураном, а при скорости ветра более 20 м/с – ураганом.

Метелевые ветры сдувают снег с возвышенных мест и ветро-ударных склонов. Здесь возрастает вероятность вымерзания озимых культур и трав, уменьшается поступление влаги в почву, создаются предпосылки для возникновения почвенной засухи. В пониженных элементах рельефа, где откладывается снег, весной возможны переувлажнение и вымокание сельскохозяйственных культур. Скопление большого количества снега усиливает водную эрозию.

Холодные ветры зимой вызывают вымерзание сельскохозяйственных и плодово-ягодных культур, а в весенне-летний период задерживают вегетацию растений, способствуют формированию заморозков.

Эрозия почв представляет собой совокупность процессов разрушения почвы и подстилающих пород, перемещение и отложение продуктов разрушения водой и ветром. Причины возникновения и развития эрозионных процессов обычно подразделяют на две большие группы:

1) природные, или естественноисторические, обусловленные особенностями климата, рельефа, почвенного и растительного покрова

2) антропогенные, связанные с хозяйственной деятельностью человека.

Различают два основных типа эрозии почв – *водную и ветровую*; с учетом причин и природы эродирующих сил выделяют ива ее подтипа – нормальную (геологическую) и ускоренную (разрушительную, антропогенную) эрозию.

Нормальная, геологическая, эрозия наблюдается на поверхности почвы, покрытой естественной растительностью, не измененной хозяйственной деятельностью человека – распашкой, вырубкой леса, выжиганием, чрезмерным выпасом скота, добычей ископаемых и т. д.

Огромный вред причиняют ветровая эрозия почв и пыльные бури. Дефляция, или ветровая эрозия, -это процесс разрушения и переноса почвы и рыхлых горных пород под действием сильных ветров. Наиболее подвержены разрушению пески, песчаные и супесчаные почвы.

Дефляция не покрытых растительностью почв начинается при следующих скоростях ветра (на высоте 15 см от поверхности земли): песчаных почв – 1,5–2, супесчаных – 3–4, легкосуглинистых – 4–6, тяжелосуглинистых – 5–7, глинистых – 7–9 м/с.

Наиболее опасна ветровая эрозия, сопровождаемая пыльными (черными) бурями. Они возникают при скорости ветра более 12–15 м/с. В результате непосредственного влияния ветра на почвогрунты происходит измельчение

почвенных частиц, они отрываются от поверхности и переносятся на сотни и тысячи километров.

Пыльные бури могут возникать в любое время года, хотя наиболее часто они бывают весной. При небольшой влажности почвы пыльные бури начинаются при скорости ветра 8–10 м/с, при большой влажности скорость ветра должна превышать 20 м/с.

Степень развития ветровой эрозии зависит от режима и интенсивности осадков, температуры и влажности воздуха, силы и направления ветра, рельефа местности, механического состава, структуры, физических и химических свойств, влажности почвы, ее геологического строения, состояния растительного покрова, хозяйственной деятельности человека и культуры земледелия. Под действием сильных ветров в короткий срок возможно выдувание пахотного горизонта вместе с посеянными семенами и молодыми всходами.

Смыв почвы. Начальным видом водной эрозии является капельная эрозия. Еще П. А. Костычев отмечал особую роль дождевых капель, механически разбивающих структурные почвенные частицы и помогающих их взмучиванию. Капли дождя обладают большой кинетической энергией, до 30 % которой при их падении на не защищенную растительностью поверхность почвы расходуется на разрушение (распыление) почвенных агрегатов, их разбрызгивание и последующее перемещение. Разрушительная работа дождя зависит от типа почв и степени защищенности ее поверхности. Обыкновенный суглинистый чернозем и глина разбрызгиваются примерно одинаково, но почти в три раза интенсивнее, чем кварцевый песок. Под действием капель происходит разрушение почвенных агрегатов чернозема, а на поверхности глины образуется оплывшая корка типа кашицы. Это способствует разбрызгиванию частиц почвы и глины. Энергии капель не всегда достаточно для переноса песчаных частиц диаметром 1,00–0,25 мм.

Поверхностный поток расходует свою энергию на разрушение почвы, перенос разрушенного материала, преодоление трения. Перенос частиц осуществляется во взвешенном состоянии и перекатыванием. Для передвижения частиц ила и глины необходима скорость 0,057 м/с, мелкого песка – 0,16, гальки – 0,3–1,6 м/с. Смыв почвы, вызываемый стоком талых (снеговых) вод, происходит обычно на поверхности оттаявшего на небольшую глубину слоя почвы. Промерзший слой почвы, еще не успевший оттаять, служит своеобразным водоупором. Поступающая от снеготаяния вода насыщает оттаявший верхний слой, разжижает его и приводит в состояние текучести. При большой крутизне склона разжиженная почва сползает (сплывает) вниз. При медленном снеготаянии вода стекает мелкими струями и вымывает мелкозем, оставляя на месте песок, щебень, гальку (селективная эрозия). Во время сильного снеготаяния струи воды собираются в ручейки, потоки и производят более заметные струйчатые размывы почвы.

Размыв почвы. При концентрации стока в руслах потоков происходит разрушение почвы в вертикальном направлении. По дну разъемных борозд, вдоль наклонно размещенных напашных гребней, а также по дну ложбин образуются промоины глубиной до 30–50 см. Эти процессы размыва почв носят

название линейной, или овражной, эрозии. Поле, изрезанное такими промоинами даже через 100–150 м, обычно обрабатывается только вдоль склона, что способствует неизбежному усилению смыва и размыве почвы. Незаравниваемые промоины чаще всего возникают в кюветах, вдоль дорожной колеи, по границам полей, расположенных вдоль склона, в разъемных бороздах и других местах концентрации стока.

Образование оврагов является, как правило, следующим этапом струйчатого размыва почв. Овраг имеет характерную форму и представляет собой крупное эрозионное образование, сформировавшееся в почве и материнской породе в результате размыва и выноса почвогрунта концентрированными поверхностными водами. В каждом овраге можно выделить вершину, отвертки, дно, откосы, бровку, устье и конус выноса. Вершиной оврага называют самую верхнюю его часть, через которую поступает основная масса поверхностных вод. Второстепенная вершина оврага, образующаяся в верхнем конце его боковых ответвлений, называется отвершком оврага.

Дном оврага является нижняя часть, ограниченная с боков откосами. Дно имеет уклон. В молодых оврагах вода течет по всему дну; в старых оврагах по дну залегает русло, по которому проходит поток концентрированных поверхностных вод.

Откосы оврага – это боковые его части, отграниченные сверху бровкой, а снизу дном. Линия, отграничивающая овражные откосы от прилегающих склонов водосбора, является бровкой оврага.

Устье – конечная часть оврага, т. е. место его соединения с дном балки или поймой реки.

Ирригационная эрозия. Под ирригационной эрозией понимают разрушение, перенос и отложение почвы оросительной водой в процессе полива орошаемых земель. Ирригационная эрозия проявляется в виде плоскостного смыва верхнего, наиболее плодородного слоя почвы и в виде размыва оросительной сети. При постоянном размыве оросителей и неорганизованном сбросе поливных вод развиваются овраги, способные полностью вывести из строя орошаемое поле. Интенсивность и величина ирригационной эрозии во многом зависят от способа полива. Полив дождеванием – наиболее распространенный способ орошения – часто приводит к разрушению почв. Падающие капли искусственного дождя ухудшают структуру верхних слоев почвы (капельная эрозия); мелкие почвенные частицы скапливаются в понижениях, закупоривают почвенные поры. На поверхности оплывшей пашни формируется корка, которая, подсыхая, растрескивается. Ирригационная эрозия, являясь причиной общего смыва почвы, кроме того, резко снижает ее плодородие за счет вымывания питательных веществ оросительной водой, сбросы которой загрязняют реки и водоемы. Частые поливы низкого качества приводят к заметному распылению верхнего почвенного слоя, разрушению его структуры, ухудшению физико-химических, водных и воздушных свойств почвы.

Вопросы для самоконтроля

1. Назовите исторические этапы развития лесомелиорации в России.
2. Назовите наиболее опасные для сельского хозяйства неблагоприятные природные явления.
3. Назовите виды эрозии почвы.

Тема 5. ПОЛЕЗАЩИТНОЕ ЛЕСОРАЗВЕДЕНИЕ

Ключевые вопросы темы:

1. Влияние полезащитных лесных полос на микроклимат и условия произрастания с/х культур.
2. Размещение полезащитных лесных полос.
3. Конструкции, типы смешения пород, густота посадки.
4. Особенности обработки почвы для закладки лесных полос. Уход за почвой в рядах и междурядьях молодых насаждений. Уход за лесными полосами: рубки ухода, ремонт и реконструкция. Обустройство и ведение хозяйства в агролесомелиоративных насаждениях.

Ключевые понятия: полезащитное лесоразведение, лесная полоса, испаряемость, промерзание, оттаивание, поверхностный сток, размещение лесных полос, конструкции, уход за лесными полосами.

Методические рекомендации

При ответе на первый вопрос рассматривается влияние ЗЛН на ветровой поток, снегораспределение, температуру воздуха, на промерзание и оттаивание почвы, поверхностный сток и почвообразующий процесс.

Влияние ЗЛН на ветровой поток

Аэродинамическая эффективность лесных полос зависит от их конструкции, степени ветропроницаемости, скорости ветра, угла подхода ветрового потока к лесной полосе, высоты насаждения, густоты размещения лесных полос на территории и расположения по элементам рельефа. Эффективность лесных полос измеряется дальностью влияния и степенью снижения скорости ветра. Дальность влияния измеряется в высотах насаждения (Н). Плотные лесные полосы действуют по типу непроницаемых экранов. Воздушный поток начинает снижать свою скорость на расстоянии 7–10 Н от лесной полосы, затем благодаря образовавшейся воздушной подушке переваливает через полосу и в результате возникшего за полосой разреженного пространства быстро восстанавливает скорость. Если считать эффективным влияние со снижением скорости ветра на 10 %, то дальность влиянии плотных лесных полос на заветренной стороне составляет 15–2 Н, а общая – не превышает 25 Н. В этой зоне суммарная скорость ветра в среднем снижается на 30–35 % (средняя скорость ветра определяется отношением суммы скоростей в пунктах измерения к количеству измерений с точностью до 5 %). Продуваемые лесные полосы действуют по типу аэродинамических диффузоров, разделяющих ветровой поток надвое: один поток, направляемый кронами, переваливает через полосу, другой – проходит между стволами в приземной части полосы. В

результате встречи двух потоков за полосой минимальная скорость ветра наблюдается на расстоянии 5–7 Н от полосы и нарастание скорости происходит постепенно. Дальность эффективного влияния этих полос составляет 35–40 Н при снижении скорости ветра на 35–40 %. Больший эффект дают продуваемые лесные полосы при высоте просветов между стволами от 2,5 до 1,5 м и высоте полос 15–18 м. Эффективными являются ажурные лесные полосы, которые действуют на ветровой поток по типу решетчатых экранов. Общая дальность их влияния составляет 35–40 Н (5–7 Н с наветренной стороны и 30–35 Н за полосой). В этой зоне скорость негра снижается на 35–40 %. Самый высокий эффект дают полосы с ветропроницаемостью 40–50 %.

Ажурно-продуваемые лесные полосы по влиянию на ветровой поток наименее эффективны. Дальность их влияния не превышает 12–15 Н, причем в этой зоне скорость ветра в среднем снижается на 20–25 %. В конкретных условиях перечисленные показатели могут быть различными, так как ветроломный эффект зависит от многих факторов.

Влияние ЗЛН на снегораспределение

Системы лесных полос всех конструкций в целом оказываю положительное влияние на снегораспределение, так как на открытой местности снег сдувается в микропонижения и гидрографическую сеть, перемещаясь на расстояние до 2–3 км от места выпадения. При наличии системы лесных полос весь снег остается в границах полей севооборота и лесных полосах. Лесные полосы разных конструкций оказывают различное влияние на снегораспределение. Наиболее эффективными являются ажурнопродуваемые лесные полосы, которые, в отличие от полос других конструкций, меньше задерживают снега внутри полосы и более равномерно распределяют его на межполосных участках. Даже в районах с сильными метелями и большими снегопадами (Заволжье, Западная Сибирь, Северный Казахстан) высота снежного покрова в этих полосах обычно не превышает 1–1,2 м. Длина снежного шлейфа на заветренной стороне достигает 12–15 Н. В плотных лесных полосах образуются сугробы высотой до 3–4 м и более с короткими шлейфами в сторону поля (не более 5–6 Н). За шлейфами здесь образуются бесснежные или малоснежные зоны выдувания. Ажурные лесные полосы по влиянию на снегораспределение приближаются к плотным, а продуваемые -к ажурно-продуваемым. Продуваемые и ажурные лесные полосы, расположенные в системе, распределяют снег наиболее равномерно. Учитывая снегозадерживающее влияние, плотных и ажурных лесных полос, их можно использовать для защиты определенных объектов от снежных заносов. В случае применения лесных полос ажурной конструкции для полезащитных целей (в районах сильной дефляции) равномерное снегораспределение может быть обеспечено различными снегозадерживающими приемами внутри межполосных клеток. Эти приемы следует использовать также в системе молодых лесных полос любой конструкции.

Влияние лесных полос на температуру и влажность приземного слоя воздуха Микроклиматические показатели в системе лесных полос изменяются в связи с уменьшением скорости ветрового режима и турбулентного обмена. Днем

в теплый период года в системе лесных полос температура воздуха бывает выше на 1–2 °С, чем в открытой степи. По мере увеличения плотности лесных полос температурные различия возрастают и на заветренной опушке плотных полос в жаркую погоду достигают 5–6 °С, что может вызывать запал растений в приопушечной зоне. В ночные часы около плотных лесных полос температура понижается и возможно формирование местных заморозков. В системе ажурно-продуваемых и продуваемых лесных полос эти отрицательные явления исключаются. На влажность приземного слоя воздуха лесные полосы всех конструкций и массивные насаждения оказывают положительное влияние. На межполосных участках относительная влажность воздуха в среднем повышается на 2–3 %, а абсолютная – на 0,5–1 мм. В суховейные дни возможно увеличение относительной влажности на 8–10 %, а абсолютной – до 1,5–3 мм. В пасмурную погоду различий во влажности воздуха открытой степи межполосных участков не наблюдается. В местах повышенной турбулентного обмена возможно незначительное понижение влажности воздуха. Дальность влияния лесных полос на температуру и влажность воздуха не превышает 10–15 Н. В этой зоне в условия лесостепи даже в засушливую погоду относительная влажность воздуха бывает близкой к оптимальным ее значениям 70 % и редко опускается ниже минимально допустимой для растений величины – 50 %.

Отепляющее влияние полос проявляется сильнее, чем охлаждающее. Это благоприятно сказывается на теплолюбивых культурах и позволяет продвижение их в более северные районы Нечерноземной зоны страны. Отепляющее действие лесных полос имеет положительное значение в весенний и осенний период для ускорения прорастания семян и дружного появления всходов культур, а для теплолюбивых и жаростойких пород, особенно в северных районах их произрастания – в течение всего вегетационного периода.

Влияние лесных полос на испаряемость

Испаряемость в системе лесных полос всегда бывает меньше, чем в открытой степи, что связано с уменьшением скорости ветра, повышенной влажностью воздуха и пониженным турбулентным обменом. В приопушечной зоне на расстоянии 3–5 Н с заветренной стороны в суховейные дни испаряемость снижается в 2–3 раза, а в зоне 25 Н – в среднем на 30 %. Эффективность влияния лесных полос разной конструкции па испаряемость соответствует эффективности их влияния на скорость ветра.

Коэффициент увлажнения, по Г. Н. Высоцкому, определяется отношением годового количества осадков к показателю испаряемости за тот же период. Следовательно, снижение испаряемости на межполосных участках в засушливых условиях приведет к искусственному увеличению коэффициента увлажнения и приближению его к оптимальному значению (1,0). При таком воздействии человека на среду степь преобразуется в лесостепь. Лесные полосы на орошаемых землях значительно уменьшают потери воды на испарение с поверхности каналов и водоемов. В системе облиственных полос испаряемость с поверхности воды снижалась в среднем до 65 %. В межполосных клетках с продуваемыми полосами суточное испарение было на 10 % меньше, чем на полях с ажурными полосами. Существенное уменьшение испарения под влиянием

ажурных лесных полос происходит на расстоянии до 15 Н. В острозасушливые годы влияние лесных полос проявляется сильнее и на большее расстояние чем во влажные.

Влияние лесных полос на промерзание и оттаивание почвы

Увеличение мощности снежного покрова и ослабление скорости холодных ветров в системе лесных полос способствую меньшему промерзанию почвы. В различных условиях и в разные годы глубина промерзания почвы в межполосных пространствах и открытом поле неодинакова. Она зависит от ряда факторов: мощности снежного покрова, продолжительности действия холодных ветров, степени промерзания почвы до образования устойчивого покрова, экспозиции склонов, густоты размещения лесных полос и др. По данным Г. А. Харитонова, в условиях Среднерусской возвышенности на безлесных участках при мощности снежного покрова до 30 см глубина промерзания почвы колеблется от 80 до 150 см, а на разном расстоянии от полос, где мощность снега изменялась от 25 до 130, от 135 до 10 см. В лесных полосах почва не промерзает или промерзает незначительно и быстро оттаивает, что обеспечивает интенсивное поглощение стока в период снеготаяния. При благоприятном сочетании погодных условий и мощном снежном покрове полное размерзание почвы на межполосных участках наступает раньше, чем заканчивается снеготаяние. Обычно оттаивание почвы начинается снизу, но после появления, проталин быстро размерзается верхний горизонт, способный поглощать талые воды.

Влияние лесных полос на поверхностный сток

Решающую роль в сокращении весеннего и ливневого стока играют сами лесные насаждения, расположенные на пути поверхностного стока.

Весной в открытой степи пашня остается промерзшей до конца снеготаяния; в неблагоприятные годы она покрывается ледяной коркой, и весенний сток, особенно на озимых посевах, достигает 100 %. В летний период пашня также не обеспечивает полного поглощения ливневых осадков. В лесных полосах даже в неблагоприятные зимы почва в состоянии обеспечить водопоглощение интенсивностью до 1 мм/мин. Лесные полосы, как и массивные насаждения, оказывают положительное влияние на структуру почв, дренируют ее корневыми системами. Лесной опад (подстилка) и надземные части лесной растительности создают на пути стока шероховатую поверхность. В летний период лесные полосы выполняют большую стокорегулирующую роль. На серых лесных почвах коэффициент водопоглощения в лесных полосах составляет 6–12, а на карбонатных – 7,7–21 мм/мин. Чем шире и плотнее лесные полосы, тем больше в них интенсивность водопоглощения и меньше поверхностный сток с прилегающих угодий. Но создание широких лесных полос связано с отчуждением из сельхозугодий ценной пашни, что экономически невыгодно. Поэтому более целесообразно узкие лесные полосы сочетать с почвозащитной системой земледелия или устраивать в них водозадерживающие канавы.

Влияние лесных полос на влажность почв и уровень грунтовых вод

Благодаря большей мощности снежного покрова, уменьшению поверхностного стока и потерь влаги на испарение почва на полях в системе лесных полос поглощает на 10–30 % влаги больше, чем на безлесных участках. Наибольшие запасы влаги в почве отмечаются в системе продуваемых и ажурно-продуваемых лесных полос. Плотные лесные полосы задерживают большое количество снега в себе и не обеспечивают равномерного его распределения на прилегающих полях. В результате этого увлажнение почвы на полях, защищенных плотными полосами, происходит неравномерно. Запасы почвенной влаги здесь меньше, чем на полях с продуваемыми лесными полосами. Лесные полосы ажурной конструкции занимают промежуточное положение между плотными и продуваемыми.

В результате сокращения потерь влаги на испарение и поверхностный сток на полях с лесными полосами влажность почвы выше, чем на открытых участках, даже в конце лета. Исследованиями на черноземах (Тимашевский опытный пункт и Поволжская АГЛОС Самарской области, Каменная Степь) установлено, что лесные полосы способствуют обводнению сельско-хозяйственных угодий. На Тимашевском опытном пункте до посадки лесных полос грунтовая вода находилась на глубине 10–12 м. Через 15–20 лет после посадки первых лесных полос благодаря их правильному распределению по элементам рельефа уровень грунтовых вод здесь повысился на 4–6 м и остался первоначальным только в средней части межполосных клеток. Лесные полосы сами транспирируют большое количество влаги. Одно 15-летнее дерево тополя или ивы за вегетационный период расходует на транспирацию 80–100 куб. м воды. В результате этого под лесными полосами в конце вегетации почва бывает суше, а грунтовые воды находятся на большей глубине, чем на прилегающих к ним полевых угодьях. Это иссушающее влияние, лесных полос используется в качестве биологического дренажа при защитном лесоразведении на орошаемых землях. Около каналов грунтовые воды залегают у самой поверхности, что вызывает вторичное засоление почв. Под влиянием лесных полос грунтовые воды опускаются на глубину до 3 м.

Влияние защитных насаждений на почву и почвообразовательный процесс

В результате повышенного увлажнения на облесенных полях происходит выщелачивание почвы. Для северных районов этот процесс является нежелательным, для южных – он необходим. Легкорастворимые неорганические соли (хлориды, сода) и труднорастворимые соли серной кислоты (сульфаты) вымываются в нижние горизонты почв. В результате биологической мелиорации происходит рассоление почв, особенно под лесополосами и в приопушечной зоне. Наряду с рассолением наблюдаются вымывание карбонатов и понижение уровня вскипания почвы от 10%-ного раствора соляной кислоты. Под лесными насаждениями происходит накопление гумуса, улучшение физикохимических и водных свойств почв, улучшение почвообразовательного процесса в целом. Повышенное содержание гумуса отмечается в лесных полосах засушливых районов. Накопление его возможно и в межполосных клетках за счет лучшего

развития растений и поступления в почву большего количества органического вещества. В результате улучшения экологического режима и сокращения смыва почвы происходит активизация биологических процессов в почве. Процесс дегумификации на полях среди лесных полос идет медленнее, чем на необлесенных. В последние 10–20 лет содержание гумуса в почве защищенных полей стабилизировалось, а на открытых и малооблесенных продолжает падать. Несмотря на более высокие урожаи сельскохозяйственных культур среди лесных полос и вынос органики, ежегодная потеря гумуса почти на 1000 кг/га меньше за счет большего поступления органических остатков, усиления биологической активности почвы и за счет сокращения эрозии.

Противоэрозионная роль лесонасаждений

Велико значение лесных насаждений в защите почв от ветровой и водной эрозии. Лесные полосы, резко снижая скорость негра, препятствуют выдуванию почвы, семян и неокрепших всходов. Наиболее эффективны в защите почв от ветровой эрозии и пыльных бурь законченные системы ажурных лесных полос. Такие взаимодействующие полосы в системе снижают скорость ветра на 40–50 % и защищают почву от ветровой эрозии.

Значение лесных насаждений в борьбе с водной эрозией почв основано на их способности задерживать снег и обеспечивать перевод поверхностного стока во внутренний, скреплять корневыми системами почву и горные породы, задерживать (кольматировать) твердый сток.

Лесные полосы, расположенные на склонах по горизонталям на расстоянии 150–200 м, и овражно-балочные насаждения играют важную стокорегулирующую и противоэрозионную роль. На склонах с ложбинами регулирующие лесные полосы эффективны только в сочетании с водозадерживающими валиками с канавами на фоне применения необходимых агротехнических приемов.

Кольматируя мелкозем, защитные лесные насаждения препятствуют его выносу в реки и водоемы и предохраняют последние от заиления. В овражно-балочных системах и в горных районах насаждения, кроме того, защищают крутые склоны от размывов, оползней и обвалов. Исследованиями многих авторов установлено, что под воздействием лесных насаждений резко увеличиваются скважность и водопроницаемость почвы, улучшаются структура и водопрочность ее агрегатов. Водопроницаемость почвы под лесными насаждениями возрастает в 2–20 раз. Большую роль в этом играет лесная подстилка, которая предохраняет почву от разрушения, а почвенные поры от заиливания и заплывания. Подстилка обладает высокой влагоемкостью, защищает почвенные агрегаты от удара капель, утепляет почву и тем самым предотвращает ее промерзание.

Лесные полосы изменяют ветровой режим и регулируют снегоотложение на склонах, препятствуя его сдуванию в овражно-балочную сеть. Повышение мощности снегоотложения способствует лучшей защите почв от глубокого промерзания и более раннему их оттаиванию. На полях в системе лесных полос оттаявшая почва хорошо поглощает талые воды, сокращая сток и связанный с

ним смыв почвы. Именно в переводе напочвенного стока во внутрипочвенный и состоит наиболее важная противоэрозионная роль лесных насаждений.

При ответе на второй вопрос остановиться на технологии размещения полезащитных лесных полос.

Размещение полезащитных полос

Полезащитные лесные полосы выращиваются для защиты пашни и сельскохозяйственных культур от воздействия неблагоприятных природных и антропогенных факторов. Они ослабляют или предотвращают отрицательное воздействие засух, суховеев, холодных и метелевых ветров, ветровой эрозии и улучшают микроклимат с целью повышения урожайности сельскохозяйственных культур. Размещают их на пахотных землях крутизной до 1,5–2 град, а при интенсивной водной эрозии до 1 град. Основные лесные полосе подлинным границам полей севооборотов располагают поперёк действия вредоносных ветров. В лесостепной зоне наибольший вред приносят метелевые и холодные ветры. В южных юго-восточных районах основные полосы следует размещать перпендикулярно ветрам, вызывающим пыльные бури, и суховеям. В некоторых случаях, когда разместить лесные полосы перпендикулярно действию вредоносных ветров невозможно ввиду конфигурации полей, то, допускается отклонение полос от перпендикулярного направления на угол до 30°. Вспомогательные лесные полосы располагаются перпендикулярно к основным для усиления защитного влияния. При определении оптимального расстояния между основными полезащитными лесными полосами учитывают лесорастительные условия, рельеф, рабочую высоту насаждений, конструкцию и другие факторы. Для продуваемых полос предельное расстояние между основными полосами принимается равным 35–40 Н, для ажурных 25–30 Н, для ажурно-продуваемых – 15 Н (И. В. Трещевский). Предельно допускаемые расстояния между основными полезащитными лесными полосами на пахотных неорошаемых землях составляют: на серых и темно-серых лесных почвах, оподзоленных, выщелоченных и типичных черноземах – 600; обыкновенных черноземах – 500; южных черноземах – 400; темно-каштановых почвах – 350; каштановых почвы – 300; светло-каштановых почвах – 250; на песчаных почвах лесостепи – 400; степи – 300 и полупустыни – 200 м. Расстояние между вспомогательными полосами не должно превышать на черноземных почвах – 2000, на каштановых почвах – 1500, на песчаных почвах – 1000 м.

Основные полосы размещаются также внутри широких полей, по южным и восточным границам землепользования. При совпадении полезащитной лесной полосы с направлением полевой дороги последнюю размещают с наветренной или южной стороны, что способствует более быстрому ее освобождению весной от снега и просыханию.

На стыках лесных полей в углах полей и при пересечении основных и вспомогательных полос для проезда сельскохозяйственных агрегатов, перегона скота устраиваются разрывы шириной 20–50 м; в отдельных случаях устраивают в основных полосах дополнительные разрывы шириной 10 м через каждый 500 м длины лесной полосы.

Полезащитные лесные полосы на орошаемых землях размещают по границам полей и внутри их, вдоль каналов оросительной и сбросной сети, вдоль дорог, вокруг и внутри садов, на неудобных землях, у поселков, полевых станов, насосных станций. Расстояние между лесными полосами определяют исходя из расчетной высоты древесных пород, дальности их эффективного влияния (до 30 Н), способов и техники полива защищаемых полей. При использовании на поливах широкозахватной поливной техники расстояния между полосами устанавливают кратными ширине захвата машин. При использовании на поливах дождевальных машин «Фрегат» лесные полосы размещаются по границам орошаемого круга.

Основные полосы размещают перпендикулярно направлению действия основных вредоносных ветров, с допустимым отклонением не более 30 град.

При ответе на третий вопрос рассмотреть конструкции, типы смешения пород и густоту посадки.

Конструкция характеризуется формой и внутренним строением лесных полос, от которых зависит характер и степень их ветропроницаемости, т. е. аэродинамические свойства. *Ажурность лесной полосы* – это отношение площади просветов в продольном (фронтальном) профиле лесной полосы в облиственном состоянии к ее общей площади. Ветропроницаемость лесных полос зависит от их ажурности и определяется отношением скорости ветра на заветренной стороне лесной полосы на расстоянии ее высоты к скорости ветра на открытом поле. Различают три основные конструкции лесных полос: ***плотную, продуваемую и ажурную***. Полосы плотной конструкции – это сложные многоярусные насаждения с кустарниковым подлеском, которые в облиственном состоянии в пределах всего вертикального профиля (сверху донизу) почти не имеют просветов. Ветропроницаемость плотных полос в кронах и между стволами не превышает 10 %. Такая конструкция обеспечивается применением не менее шести рядов древесно-кустарниковых пород в лесной полосе, в том числе не менее двух рядов кустарников. Плотная конструкция применяется в приовражных, прибалочных, придорожных, санитарно-гигиенических лесных полосах и лесных полосах вокруг водохранилищ, прудов и других водоемов.

Продуваемые лесные полосы в облиственном состоянии характеризуются плотным строением в верхней части вертикального профиля (в кронах) и наличием крупных просветов между стволами в приземной части до 2–2,5 м высотой. По форме это простые одно-, двухъярусные насаждения без кустарника, у которых ветропроницаемость в кронах не превышает 10 %, а между стволами составляет больше 60 %. Наличие крупных просветов в виде окон между кроной деревьев и уровнем почвы обеспечивает хорошую ветропроницаемость и снегораспределение. Такая конструкция достигается подрезкой нижних сучьев до высоты 2–2,5 м, отсутствием кустарников и рубками ухода, регулирующими плотность кроны древесных пород. Продуваемая конструкция применяется в полезащитных лесных полосах в зоне лесостепи и степи, на орошении, на осушенных участках.

Ажурные лесные полосы – это сложные двух-, трехъярусные насаждения с кустарниковым подлеском, которые в облиственном состоянии в пределах всего вертикального профиля имеют более или менее равномерно расположенные просветы. Степень ажурности, а следовательно, и степень ветропроницаемости ажурных лесных полос по всему профилю составляет 15–35 %. Такая конструкция формируется путем применения 1 ряда кустарников в лесной полосе, рубками ухода, регулирующими плотность крон древесных пород в полосах. Ажурная конструкция применяется в полезащитных лесных полосах в зоне сухой степи и полупустыни, в том числе и на орошении, в садозащитных лесных полосах, в стокорегулирующих лесных полосах, в придорожных лесных полосах, в пастбищезащитных лесных полосах и в некоторых случаях в прибалочных лесных полосах.

От трех основных конструкций может быть получено шесть производных, основными из которых являются ажурно-продуваемые – ажурные в кронах и редкие между стволами, и ажурно-непродуваемые – ажурные в кронах и плотные в приземной части.

При ответе на четвертый вопрос рассмотреть технологию закладки лесных полос и уход за ними. Все технологические работы, связанные с созданием лесных насаждений, начинаются с подготовки почвы и посадочного материала. Подготовка почвы проводится, как правило, по системе черного пара, а на землях, подверженных ветровой эрозии – по системе раннего пара.

На черноземах (за исключением южных) основную вспашку проводят плугами с отвалами и предплужниками на глубину 27–30 см с последующим безотвальным рыхлением или перепашкой осенью на глубину 35–40 см (для осенних посадок рыхление или перепашку делают за месяц до посадки), или основную вспашку производят с одновременным углублением пахотного слоя до 40 см без последующей перепашки.

На южных черноземах и в зоне каштановых почв обязательным является применение плантажной вспашки с парованием. При достаточно влажной почве плантажную вспашку проводят осенью в качестве основной подготовки на глубину 50–60 см с рыхлением в последующую осень на глубину 27–30 см.

При недостаточной влажности почвы основную вспашку проводят на глубину 27–30, а перепашку осенью следующего года – на глубину 50–60 см. На почвах, подверженных ветровой эрозии, плантажную вспашку проводят весной. На чистых от сорняков полях европейской части и в степи на черноземах (кроме южных) допускается закладка лесных полос по глубокой зяби. Посадка (посев) лесных полос по весновспашке не допускается.

Перед весенней посадкой (посевом) почву боронуют и культивируют.

Подготовка посадочного материала – сеянцы и саженцы, поступающие для посадки весной из зимней прикопки, просматривают, выбраковывают испорченные, освежают срезы корней, длина которых должна быть не менее 20 см у сеянцев и 30 см у саженцев. Сеянцы, укорененные черенки тополей для посадки используют 1–2-летнего и саженцы – 2–3-летнего возраста.

До посадки посадочный материал сохраняется в снежных кучах или временных прикопках.

Посадку проводят преимущественно весной, а в южных районах и осенью при условии достаточной влажности почвы. Хвойные породы (кроме лиственницы) высаживают только весной. Посадку лесной полосы осуществляют за один-два прохода лесопосадочными агрегатами, состоящими из 2–5 лесопосадочных машин СЛН-1, СЛЧ-1. При закладке полосы двумя проходами агрегата последний оборудуют маркером, обеспечивающим заданную ширину стыковых междурядий.

В отдельных случаях (при групповой посадке, шахматном способе, на крутых склонах, при незначительном объеме работ, при дополнении и др.) допускается ручная посадка под меч Колесова, лопату и т. д.

Уход за почвой должен начинаться сразу после посадки. Уплотнившуюся после посадки почву боронуют в один-два следа. Боронование по 1-летним сеянцам осуществляют сплошное. В первый год независимо от вида посадочного материала проводят 4–5 уходов, во второй – 4, в третий – 3, в четвертый и пятый достаточно провести обработку только междурядий. Глубина рыхления 5–7, в конце года – 14–15 см.

В условиях орошения в первые два-три года назначают не менее четырех-пяти рыхлений почвы в рядах и междурядьях, а в последующие годы не менее двух-четырех. Ежегодно осенью предусматривают глубокое рыхление междурядий на 14–16 см.

Уничтожение сорной растительности и рыхление почвы в междурядьях насаждений проводят культиваторами КЛ-2,6; ККН-2,5Б, КПН-4Г и др., а рыхление почвы и удаление сорняков в рядах – культиваторами КРЛ-1 А(высота 1 м), КБЛ-1 (до 2 м), плугами рыхлителями ПРВН-2,5 и ПРВМ-1,5-3,0 с приспособлениями соответственно ПРВН-72000 и ПРВМ-11000. КРТ-3 используется для обработки междурядий на террасах, а КЛБ-1,7 – при посадке на песках по бороздам.

Лесоводственные меры ухода в лесных полосах включают в себя: рубки ухода (РУ), санитарные рубки, ремонт, реконструкция и лесовосстановитель-ные рубки.

Вопросы для самоконтроля

1. Какое влияние ЗЛН оказывают на ветровой поток?
2. Какое влияние ЗЛН оказывают на снегораспределение?
3. Какое влияние ЗЛН оказывают на температуру и влажность приземного слоя воздуха?
4. Какое влияние ЗЛН оказывают на испаряемость, промерзание, оттаивание почвы?
5. Какое влияние ЗЛН оказывают на поверхностный сток?
6. Какое влияние ЗЛН оказывают на почву и почвообразующий процесс?
7. В чем состоит противоэрозионная роль лесонасаждений?
8. Каким образом размещают полезащитные лесные полосы?
9. Назовите наиболее эффективную конструкцию лесной полосы в условиях лесостепи и сухой степи.

10. Лесные полосы какой конструкции наиболее эффективно воздействуют на ветровой поток в условиях степи?

11. Технология обработки почвы для закладки лесных полос. Уход за лесными полосами.

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРАКТИЧЕСКИМ РАБОТАМ

Для оценивания поэтапного формирования результатов освоения дисциплины (текущий контроль) предусмотрены тестовые и практические работы.

К текущей аттестации относится защита практических работ по дисциплине «Лесоводство и агролесомелиорация». Практические работы являются важной составной частью учебного процесса изучаемого курса, поскольку помогают лучшему усвоению дисциплины, закреплению знаний.

Тематический план практических работ (ПР) представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Объем (трудоёмкость освоения) и структура ПР

Номер ЛР	Содержание практической работы	Кол-во часов ПР
	Очная форма	
Семестр – 8		
1	Тема 1. Экология леса	4
2	Тема 2. Лесная типология	4
3	Тема 3. Средообразующая и рекреационная роль леса	4
4	Тема 4. Флуктуирующая асимметрия *Betula pendula* Roch.- показатель качества воздушного бассейна экосистемы	4
5	Тема 5. Характеристика древесных видов, рекомендуемых для защитного лесоразведения	4
Итого		20

В ходе самостоятельной подготовки студентов к практической работе рекомендуется повторить материал теоретической части, изложенной в лекционном курсе. В процессе выполнения задания студенты анализируют предложенные материалы, заполняют таблицы.

На практических работах используются материалы, эффективные в методическом отношении. Перед выполнением задания студент должен изучить материал теоретической части. В процессе работы он анализируется, производится заполнение таблиц, выполняются вычислительные работы. Выполнив задание, необходимо проанализировать полученные результаты и защитить выполненную на практическом занятии работу.

Тестирование обучающихся и текущий контроль по темам практических работ, проводится после изучения соответствующих тем. Тестовое задание предусматривает выбор правильного ответа на поставленный вопрос из предлагаемых вариантов ответа. Перечень примерных практических и тестовых работ направленных на формирование компетенций и подготовку к сдаче промежуточной аттестации по дисциплине представлен в электронно-

информационной образовательной среде в разделе «Методические и оценочные материалы» по данной дисциплине.

Тема 1. ЭКОЛОГИЯ ЛЕСА

Задание 1. Определите отношение древесных пород к свету различными методами, используя данные табл. 3–5. Расположите породы по степени уменьшения светопотребности. Найдите и объясните расхождение в оценке светопотребности древесной породы различными методами.

Таблица 3 – Определение светопотребности древесных пород по методу М. К. Турского

Древесная порода	Масса годичного прироста 100 саженцев в граммах при освещенности:		Уменьшение прироста, %	Место в ряду светопотребности
	100 %	50 %		
Береза повислая	234,7	141,2		
Бук восточный	400,0	390,0		
Дуб черешчатый	370,0	238,0		
Ель европейская	123,0	116,0		
Липа мелколистная	233,7	213,0		
Осина	304,0	193,0		
Пихта сибирская	57,0	56,0		
Сосна обыкновенная	165,0	102,0		

Уменьшение прироста рассчитывается по формуле:

$$\text{УП} = (1 - \frac{\text{МПГ}_{50}}{\text{МПГ}_{100}}) \cdot 100,$$

где УП – уменьшение прироста, % (определяется до сотых долей; чем больше процент уменьшения прироста, тем светолюбивее порода); МГП_{50} – масса годичного прироста 100 саженцев при освещенности 50 %, г; МГП_{100} – масса годичного прироста 100 саженцев при освещенности 100 %, г.

Таблица 4 – Определение относительных высот по методу Я. С. Медведева (таксационный метод)

Древесная порода	Таксационные показатели древесной породы, выросшей в насаждении		Относительная высота	Место в ряду светопотребности
	высота, м	диаметр, см		
Береза повислая	16,0	16,0		
Бук восточный	14,0	6,8		
Дуб черешчатый	13,8	8,4		
Ель европейская	10,4	5,2		
Липа мелколистная	15,2	8,7		
Осина	16,4	10,3		
Пихта сибирская	10,1	4,5		
Сосна обыкновенная	14,3	10,7		

Относительная высота рассчитывается по формуле:

$$\mathrm{H_{отн}} 0{,}01\frac{H}{D},$$

где $H_{отн}$ – относительная высота древесной породы, определяется до тысячных долей (светолюбивые породы имеют меньшие относительные высоты, чем теневыносливые); H – высота древесной породы, выросшей в насаждении, см; D – диаметр древесной породы, выросшей в насаждении, см.

Таблица 5 – Определение уровня светопотребности по методу И. Визнера (фотометрический метод)

Древесная порода	Освещенность, тыс. лк		Относительное «световое довольствие», %	Место в ряду светопотребности
	под кроной, листвой и т.п. (в лесу)	на открытом месте (полное освещение)		
Береза повислая	3,2	28		
Бук восточный	04	26		
Дуб черешчатый	1,1	29		
Ель европейская	0,7	22		
Липа мелколистная	0,9	35		
Осина	4,3	47		

Пихта сибирская	0,6	22		
Сосна обыкновенная	5,1	46		

Относительное «световое довольствие» вычисляется по формуле:

$$L = \frac{i}{j} \times 100,$$

где L – «световое довольствие» – минимум освещения, при котором растение еще может ассимилировать, % (чем больше процент относительного «светового довольствия», тем светолюбивее порода); i – освещенность под кроной, листвой и т.п. в лесу, тыс. лк; j – освещенность на открытом месте (полное освещение), тыс. лк.

Задание 2. По данным табл. 6 вычертите три графика (на одном чертеже) отклонений среднемесячных температур в течение года под пологом трех древостоев по сравнению с температурой воздуха открытого пространства.

Все студенты выполняют один вариант задания.

Знак + или – показывает, на сколько температура воздуха под пологом древостоя была выше или ниже средней температуры воздуха на открытом пространстве в этом месяце.

Масштаб принять равным по оси абсцисс («X»): 1 см = 1 месяц; по оси ординат («Y»): 1 см = 0,1° С.

Сделайте анализ отклонения средних температур воздуха под каждым древостоем и укажите, под пологом какого древостоя летом наиболее низкая температура, а зимой – наиболее высокая. Чем это объясняется?

Таблица 6 – Температурный режим в различных древостоях (по С. В. Белову)

Месяц	Отклонения от температуры Δt °С в древостоях			Месяц	Отклонения от температуры Δt °С в древостоях		
I	± 0,10	±0,15	+0,30	I	-0,50	-0,20	-0,30
II	±0,0	±0,0	+0,05	II	-0,35	-0,20	-0,25
III	+0,15	±0,0	+0,10	III	-0,30	-0,10	-0,25
IV	+0,10	+0,10	+0,15	IV	-0,05	-0,05	-0,05
V	-0,10	-0,10	-0,20	V	-0,05	±0,0	+0,10
VI	-0,40	-0,20	-0,20	VI	+0,10	+0,15	+0,20

Задание 3. Рассчитайте скорость ветра в м/с на разном расстоянии от опушки леса (табл. 7). Ветер дует перпендикулярно стене леса. Скорость ветра на открытом месте выбирается по табл. 8. Каждый студент выполняет свой вариант задания. Номер варианта соответствует последней цифре номера зачетной книжки.

Таблица 7 – Изменение скорости ветра в соответствии с расстоянием от леса (по Н. С. Нестерову)

Расстояние от опушки, м	Скорость ветра в % и м/с от скорости на открытом месте			
	перед лесом (с наветренной стороны)		за лесом (с подветренной стороны)	
	м/с	%	м/с	%
117	?	100	-	-
81	?	92	-	-
31	?	88	-	-
0	?	85	-	-
0	-	-	?	23
64	-	-	?	28
170	-	-	?	39
256	-	-	?	88
470	-	-	?	100

Таблица 8 – Классификация ветров (по С. В. Белову)

Номер варианта	Шкала Бофорта, баллы	Скорость ветра, м/с0	Название ветров	Вызываемые последствия
1	1	0,9	Очень слабый	Вредных последствий не вызывает
2	2	2,4	Слабый	
3	3	4,4	Слабый	
4	4	6,7	Средний	
5	5	9,3	Средний	
6	6	12,3	Средний	
7	7	15,5	Сильный	Деревья сильно качаются и изгибаются
8	8	18,9	Сильный	
9	9	22,6	Буря	Ломаются ветви деревьев
10	10	26,4	Сильная буря	Деревья вываливаются с корнями и ломаются

По полученным данным постройте график. Масштаб принять равным по оси абсцисс («X»): 1 см = 100 м; по оси ординат («Y»): 1 см = 2 м/с.

Определите скорость ветра с наветренной и подветренной сторон на расстояниях, равных 5, 10, 20, 30, 40 и 50 высотам древостоя (средняя высота древостоя 22 м):

1) в процентах от его скорости на открытом месте;

2) в м/с от его скорости на открытом месте.

Результаты расчетов представьте в табл. 9.

Таблица 9 – Изменение скорости ветра в соответствии с расстоянием от леса

Расстояние от опушки		Скорость ветра в % и м/с от скорости на открытом месте			
		перед лесом (с наветренной стороны)		за лесом (с подветренной стороны)	
количество средних высот древостоя	м	м/с	%	м/с	%
5					
10					
20					
30					
40					
50					

Ответьте на следующие вопросы:

1) На каком расстоянии от леса скорость ветра начинает снижаться?

2) На каком расстоянии от леса скорость ветра полностью гаснет?

3) На каком расстоянии за полосой леса первоначальная скорость ветра восстанавливается?

Расстояние выразите в средних высотах древостоя.

Задание 4. Соотношение общего количества выпавших осадков и суммы всей испарившейся влаги и стока, называемое водным балансом, выражается формулой Г. Н. Высоцкого (мм):

$$Ос = С_п + С_г + И + Т,$$

где Ос – общее количество осадков, выпадающих на поверхность суши; $С_п$ – поверхностный сток; $С_г$ – внутрипочвенный сток; И – физическое испарение с кроны и почвы; Т – транспирация (физиологическое испарение).

Установите, как изменяются с увеличением возраста древостоя следующие показатели:

1) количество задержанных пологом осадков ($Ос_{кр}$);

2) расход влаги на транспирацию (Т);

3) испарение с напочвенного покрова (И);

4) расход влаги на поверхностный сток ($С_п$);

5) расход влаги на грунтовый сток ($С_г$). Для этого по приведенным ниже исходным данным своего варианта (табл. 10) постройте пять графиков ($Ос_{кр}$, Т, И, $С_п$, $С_г$) и проанализируйте каждую кривую. По горизонтали отложите возраст:

1 см = 10 лет. Масштаб по вертикали студент подбирает сам. Показатели, недостающие в табл. 9, рассчитайте по формулам (5)–(9):

$$Ос_{кр} = Ос_{общ} – Ос_{под\ пол},$$

$$Ф = 1{,}7 \cdot \Delta M,$$

$$В_Ф \frac{Ф}{10},$$

$$Т = Ос_{общ} – Ос_{кр} – И – С_г – С_п – В_Ф , \quad (8)$$

$$\Sigma И = И + Т + О_{скр},$$

где $Ос_{кр}$ – количество осадков, задержанных кронами деревьев, мм; $Ос_{общ}$ – общая сумма осадков, мм; $Ос_{под\ пол}$ – количество осадков, проникающих под полог древостоя, мм; Ф – фитомасса, т/га; $В_ф$ – влага, содержащаяся в фитомассе, мм; Т – транспирация, мм; И – испарение с напочвенного покрова, мм; $С_п$ – поверхностный сток, мм; $С_г$ – грунтовый сток, мм; ΣИ – суммарное испарение, мм.

Таблица 10 – Баланс влаги в лесу (по С. В. Белову)

Возраст, лет	Прирост сухой фитомассы ΔМ, т/га	Осадки под пологом, мм	Оскр, мм	Ф, т/га	Вф, мм	И, мм	Сп, мм	Сг, мм	Т, мм	ΣИ, мм
1. Березняк кисличный, 9Б1Ос, I класс бонитета, полнота – 0,9, общее количество осадков – 560 мм/год										
20	4,0	500				82	40	97		
30	5,2	490				73	25	81		
40	7,2	485				72	23	89		
50	7,4	487				73	23	94		
60	7,2	488				74	24	99		
70	6,9	490				82	25	10		
80	6,6	495				90	26	104		
90	3,6	504				106	28	141		
100	3,0	514				126	40	170		
2. Осинник кисличный, 9Ос1Б, I класс бонитета, полнота – 0,8, общее количество осадков – 570 мм/год										
20	6,2	508				69	35	125		
30	6,8	500				70	34	114		
40	7,2	501				70	33	121		
50	6,6	502				71	33	125		
60	6,1	505				73	34	129		
70	5,1	509				81	35	130		
80	3,8	513				83	36	132		

Возраст, лет	Прирост сухой фитомассы ΔМ, т/га	Осадки под пологом, мм	Оскр, мм	Ф, т/га	Вф, мм	И, мм	Сп, мм	Сг, мм	Т, мм	ΣИ, мм
90	2,6	519				105	40	146		
100	1,5	526				124	52	170		
3. Сосняк кисличный, 10С, I класс бонитета, полнота – 0,8, общее количество осадков – 580 мм/год										
20	4,4	460				80	40	119		
30	6,0	442				65	20	103		
40	6,5	440				65	19	88		
50	6,9	445				68	20	84		
60	6,8	450				70	20	98		
70	6,6	452				72	20	111		
80	6,2	454				74	20	127		
90	5,7	456				76	20	143		
100	5,5	460				78	20	151		
120	3,8	466				84	31	180		
140	2,3	470				95	43	192		
4. Сосняк брусничный, 9С1Б, III класс бонитета, полнота – 0,8, общее количество осадков – 510 мм/год										
20	3,0	428				90	36	91		
30	4,1	420				85	26	89		
40	4,8	422				84	21	92		
50	5,0	423				86	20	91		
60	5,0	424				88	20	91		
70	4,9	425				89	21	96		
80	4,4	426				91	22	113		
90	3,7	428				93	23	137		
100	3,1	430				95	24	152		
120	2,2	433				100	28	172		
140	1,7	437				108	34	185		
5. Ельник кисличный, 9Е1С, I класс бонитета, полнота – 0,9, общее количество осадков – 650 мм/год										
30	5,1	498				58	20	121		
40	6,1	489				55	20	103		
50	6,6	489				55	20	105		
60	7,0	490				56	21	107		
70	6,8	491				57	22	111		
80	6,6	493				59	24	118		
90	6,3	494				61	24	117		
100	5,6	495				64	26	164		
120	3,0	500				74	28	187		
140	2,2	510				90	43	201		

Возраст, лет	Прирост сухой фитомассы ΔМ, т/га	Осадки под пологом, мм	Оскр, мм	Ф, т/га	Вф, мм	И, мм	Сп, мм	Сг, мм	Т, мм	ΣИ, мм
6. Ельник чернично-кисличный, 9Е1С, II класс бонитета, полнота – 0,9, общее количество осадков – 540 мм/год										
20	3,2	430				66	25	97		
30	4,1	414				53	17	75		
40	4,7	410				54	16	64		
50	5,4	410				54	16	63		
60	5,5	411				55	16	64		
70	5,4	412				55	16	65		
80	5,3	414				56	17	63		
90	5,1	415				57	18	69		
100	4,9	417				58	19	75		
120	3,9	424				63	21	134		
140	2,3	432				72	28	172		
7. Березняк брусничный, 10Б, III класс бонитета, полнота – 0,7, общее количество осадков – 560 мм/год										
20	3,5	512				86	44	101		
30	4,8	55				83	36	100		
40	6,3	502				85	34	100		
50	6,5	503				87	34	105		
60	6,2	506				89	35	110		
70	5,1	511				92	36	121		
80	4,8	520				99	37	126		
90	3,6	528				114	40	149		
100	2,6	512				130	47	181		
8. Дубняк кленово-снытьевый, 9Д1К, I класс бонитета, полнота – 0,9, общее количество осадков – 530 мм/год										
20	8,9	472				76	18	93		
30	9,5	466				72	15	85		
40	10,1	464				71	14	80		
50	10,2	464				71	1	82		
60	10,3	464				70	13	84		
70	10,2	465				70	13	86		
80	10,0	466				71	14	86		
90	9,6	467				72	14	87		
100	9,2	468				73	15	96		
120	8,4	469				78	16	103		
140	7,5	470				82	18	119		
160	6,8	472				88	20	135		
9. Разнотравно-ежевиковый буковый древостой, Кавказ, Н=1100 над у. м., 10Бк +П, I класс бонитета, полнота – 0,9, общее количество осадков – 2300 мм/год										

Возраст, лет	Прирост сухой фитомассы ΔМ, т/га	Осадки под пологом, мм	Оскр, мм	Ф, т/га	Вф, мм	И, мм	Сп, мм	Сг, мм	Т, мм	ΣИ, мм
20	3,9	2207				208	181	1427		
30	6,6	2148				202	141	1392		
40	9,2	2106				200	139	1333		
50	11,1	2104				198	138	1330		
60	11,5	2100				197	137	1326		
70	12,0	2098				196	136	1324		
80	10,0	2100				196	136	1326		
90	9,0	2102				196	136	1330		
100	8,0	2104				197	137	1332		
120	6,1	2110				199	140	1336		
140	5,1	2122				201	144	1346		
160	4,7	2140				206	148	1375		
180	3,5	2164				210	153	1430		
10. Ельник черничный, 9Е1Б, III класс бонитета, полнота – 0,7, общее количество осадков – 520 мм/год										
20	2,5	422				78	26	132		
30	3,4	400				60	17	96		
40	4,0	400				59	16	84		
50	4,2	400				60	16	82		
60	4,4	402				60	17	84		
70	4,3	403				61	17	86		
80	4,0	404				62	18	103		
90	3,4	405				63	19	119		
100	2,8	407				65	20	134		
120	1,5	414				70	22	165		
140	1,3	422				77	28	180		

Задание 5. Заполните табл. 11 «Характеристика лесной подстилки».

Таблица 11 – Характеристика лесной подстилки

Тип лесной подстилки	Масса лесной подстилки, кг	Степень разложения подстилки	Реакция среды	Характеристика флоры	Характеристика почв	Произрастающие древесные породы

Задание 6. Напишите название почвы, если известно:
а) А0 = 2 см; А1>А2; материнская порода – суглинок;
б) А0 = 8 см; А2>А1; материнская порода – супесь.

Задание 7. Назовите растения-спутники:
а) дуба;
б) сосны;
в) ели.

Задание 8. Используя дополнительную литературу (М. Д. Сибирякова, 1962), заполните табл. 12.

Таблица 12 – Распределение растений живого напочвенного покрова по требовательности к плодородию и влажности почвы

Растения живого напочвенного покрова по требовательности к плодородию и влажности почвы	Примеры растений	
	русское название	латинское название
Гигрофиты и мегатрофы		
Гигрофиты и мезотрофы		
Гигрофиты и олиготрофы		
Мезогигрофиты и мегатрофы		
Мезогигрофиты и мезотрофы		
Мезогигрофиты и олиготрофы		
Мезофиты и мегатрофы		
Мезофиты и мезотрофы		
Мезофиты и олиготрофы		
Ксерофиты		

Тема 2. ЛЕСНАЯ ТИПОЛОГИЯ

Задание 1. Используя литературные источники, заполните табл. 13.

Таблица 13 – Типы леса по В. Н. Сукачеву

Типы леса	Почвы	Древостои	Класс бонитета	Подлесок	Живой напочвенный покров	Успешность естественного возобновления
Лишайниковый						
Кисличный						
Черничный						
Брусничный						
Долгомошный						
Сфагновый						

Травяный и травяно-болотный						
Лещиновый, липняковый, дубняковый						

Задание 2. Определите тип леса (по В. Н. Сукачеву) и тип лесорастительных условий (по П. С. Погребняку) по следующим описаниям:

1) Осинники, принадлежащие по продуктивности к III классу бонитета, реже – ко II. Преобладающая полнота 0,7–0,8. В подлеске – редкая рябина и крушина, встречающиеся, начиная со второго класса возраста и старше. Еловый подрост появляется в насаждениях с IV класса возраста. Основной фон живого напочвенного покрова составляют черника, брусника и блестящие мхи с вкрапленными в них по микропонижениям кукушкиным льном и сфагнумом. Характерные представители напочвенного покрова: черника, брусника, седмичник европейский, майник двулистный, марьянник луговой, грушанка круглолистная, вейник лесной, рамишия (грушанка) однобокая, костяника, золотарник (золотая розга), ландыш майский, хвощ лесной, фиалка собачья. Здесь также произрастают растения открытых мест: щучка, мятлик, ясменник цепкий, валериана, бодяк и др. Мхи: *Hylocomium proliferum* (мох этажчатый), *Pleurozium Schreberi* (мох Шребера), *Rhytidiadelphus triquetrus* (мох трехгранный), *Dicranum undulatum* (дикранум волнистый), *Dicranum scoparium* (дикранум гладкий).

2) Сосновый древостой. Почва среднеподзолистая, суглинистая влажная и свежая на валунном суглинке (ленточной глине). Продуктивность древостоев характеризуется III классом бонитета. Преобладающая полнота в сосняках черничных 0,5-0,7. Подлесок редкий. Начиная с III класса возраста, в насаждениях встречаются рябина, крушина и ива. Подрост преимущественно еловый; в малополнотных насаждениях – сосновый, березовый и осиновый. Основной фон растительного покрова составляют хорошо плодоносящие черника, брусника, а также вейник лесной и папоротники. Кроме того, появляются щучка, бор развесистый, перловник поникший. Хорошо развиты зеленые мхи.

3) Еловый древостой I-II классов бонитета. Почва перегнойная, слабоподзолистая, суглинистая, свежая на валунном суглинке. В насаждении преобладают высокие полноты: 0,7-0,9. Под пологом высокополнотных сомкнутых древостоев подроста мало, и он сильно угнетен. Жизнеспособный, преимущественно групповой подрост встречается лишь на прогалинах и в просветах. В подлеске рябина, жимолость, крушина. Основной фон травяного покрова создают кислица и майник. Наиболее характерные представители живого напочвенного покрова следующие: кислица обыкновенная, майник двулистный, седмичник европейский, костяника, ландыш майский, сныть обыкновенная, медуница узколистная, вороний глаз четырехлистный, черника, брусника, золотарник обыкновенный (золотая розга), рамишия (грушанка) однобокая, грушанка круглолистная, земляника, фиалка собачья, кочедыжник женский, бодяк разнолистный, вероника дубравная, звездчатка дубравная,

ветреница дубравная и др. Моховой покров сплошного зеленого ковра не образует. Главнейшими представителями мохового покрова являются типичные блестящие мхи: *Rhytiadiadelphus triquetrus* (ритидиадельфус трехгранный), *Dicranum undulatum* (дикранум волнистый), *Hylocomium proliferum* (мох этажчатый), *Pleurozium Schreberi* (плеуроциум Шребери) и *Ptilium crista castrensis* (мох перистоветвистый).

4) Сосновые древостои. Занимают дренированные склоны и озовые гряды с наиболее сухими и бедными в группе зеленомошников с песчаными почвами. В травяном покрове преобладают брусника, черника, злаковые на фоне блестящих мхов.

5) Березняки III, реже II классов бонитета. Преобладающая полнота древостоев данного типа леса 0,6-0,8. Подлесок редкий, представлен рябиной, крушиной, иногда ивой. Подрост еловый удовлетворительный. Основной фон живого напочвенного покрова составляют черника, брусника и блестящие мхи с вкрапленными в них по микропонижениям кукушкиным льном и сфагнумом. Характерные представители напочвенного покрова: черника, брусника, седмичник европейский, майник двулистный, марьянник луговой, грушанка круглолистная, вейник лесной, рамишия (грушанка) однобокая, костяника, золотарник (золотая розга), ландыш майский, хвощ лесной, фиалка собачья. Здесь также произрастают растения открытых мест: щучка, мятлик, ясменник цепкий, валериана, бодяк и др. Мхи: *Hylocomium proliferum* (мох этажчатый), *Pleurozium Schreberi* (мох Шребера), *Rhytidiadelphus triquetrus* (мох трехгранный), *Dicranum undulatum* (дикранум волнистый), *Dicranum scoparium* (дикранум гладкий).

6) Еловые древостои. Почва торфяно-перегнойная, глеевая, суглинистая на тяжелом суглинке. Производительность определяется III-IV классами бонитета. Полноты преобладают 0,5-0,8. В подлеске встречаются ива серая, рябина и изредка крушина ломкая. Подрост еловый, групповой, редкий, удовлетворительный, приурочен к микроповышениям. Травяной покров густой, разнообразный трехъярусный. В первом ярусе: тростник обыкновенный, камыш лесной, страусник, вейник ланцетный, вербейник обыкновенный, скерда болотная, таволга вязолистная. Во втором ярусе: хвощ лесной, осока лисья, осока шаровидная, сабельник болотный, черника, брусника, бодяк разнолистный, золотарник (золотая розга), луговик дернистый (щучка). В третьем ярусе: кислица обыкновенная, седмичник европейский, майник двулистный, рамишия (грушанка) однобокая, земляника лесная, фиалка болотная, костяника. Мхи: *Sphaqnum subbicolor* (сфагнум соббиколер), *Polytrichum commune* (кукушкин лен), *Pleurozium Schreberi* (мох Шребера), *Sphaqnum sqnarosum* (сфагнум растопыренный), *Hylocomium proliferum* (мох этажчатый). Основной фон создают растения первого яруса, хвощ и сфагнумы.

7) Почва биологически малоактивная, торфянистая, слабоподзолистая, глеевая, тяжелосуглинистая на валунном суглинке и ленточной глине. Древостои – сосновые, IV бонитета. Преобладающая полнота древостоев 0,6–0,7. В подлеске встречаются редкая ива и отдельные экземпляры рябины, крушины и ольхи серой. Подрост часто угнетенный, преимущественно еловый групповой (реже сосновый). Травяной покров однообразный и небогатый. Нередко

встречаются черника, брусника, хвощ лесной, марьянник луговой, седмичник европейский, щитовник игольчатый, вейник лесной, местами багульник болотный, вахта трилистная (трифоль), сабельник болотный, подбел, дубровник, голубика. Мхи образуют сплошной ковер, равномерно покрывающий почву. Преобладают в нем *Polytrichum commune* (кукушкин лен) с некоторым участием зеленых мхов: *Pleurozium Schreberi* (плеуроциум Шребери), *Hylocomium proliferum* (мох этажчатый), Dicranum undulatum (дикранум волнистый). Сильно развивается сфагнум, всюду сопутствующий кукушкину льну и местами образующий чистые пятна *Sphaqnum Girgesohnii* (сфагнум Гиргензона), *Sphaqnum wulfianum* (сфагнум вульфианум), *Sphaqnum medium* (сфагнум средний), *Sphaqnum subbicolor* (сфагнум суббиколер).

8) Еловый древостой. Почва грубогумусная, среднеподзолистая, суглинистая, влажная на валунном суглинке. Древостой характеризуется средней производительностью III класса бонитета, реже II. В насаждениях преобладают средние полноты 0,7; 0,6 и 0,5. В редком подлеске находятся рябина, ива и крушина. Еловый подрост представлен несколькими поколениями разной высоты и возраста. Основной фон живого напочвенного покрова составляют черника, брусника и блестящие мхи с вкрапленными в них по микропонижениям кукушкиным льном и сфагнумом. Характерные представители напочвенного покрова: черника, брусника, седмичник европейский, майник двулистный, марьянник луговой, грушанка круглолистная, вейник лесной, рамишия (грушанка) однобокая, костяника, золотарник (золотая розга), ландыш майский, хвощ лесной, фиалка собачья. Мхи: *Hylocomium proliferum* (мох этажчатый), *Pleurozium Schreberi* (мох Шребера), *Rhytidiadelphus triquetrus* (мох трехгранный), *Dicranum undulatum* (дикранум волнистый), *Dicranum scoparium* (дикранум гладкий). В моховом покрове наряду с блестящими мхами нередко встречаются пятна кукушкина льна и сфагнума, что указывает на начало заболачивания почвы.

9) Почвы биологически неактивные, торфяно-подзолистые, глеевые, на тяжелом суглинке. Древостой по составу сосновый чистый с единичной примесью ели и березы. Преобладающие классы бонитета V и Va. Преобладающая полнота 0,6. Подрост встречается в древостоях главным образом IV класса возраста и старше. Представлен преимущественно сосной. В подлеске в древостоях, начиная с IV класса возраста, встречается ива. В живом напочвенном покрове господствуют сфагновые мхи с включением местами осоки, пушицы, клюквы, багульника, подбела, голубики, морошки, тростника, по кочкам – мох Шребера, брусника.

Задание 3. Начертите по памяти схему зависимости типов вырубок от типов леса. Объясните причины разнообразия типов вырубок при одинаковом исходном типе леса. В какие типы вырубок по И. С. Мелехову трансформируются сосняки брусничные, кисличные и влажные черничные после их рубки на значительной площади:

1) без воздействия огня;

2) с воздействием огня?

Тема 3. СРЕДООБРАЗУЮЩАЯ И РЕКРЕАЦИОННАЯ РОЛЬ ЛЕСА

Задание 1. Составьте схему разделения лесов по целевому назначению и категориям защитности по Лесному кодексу Российской Федерации, 2007 г.

Задание 2. Заполните табл. 14 «Категории защитных лесов и их характеристика»

Таблица 14 – Категории защитных лесов и их характеристика

Категория защитных лесов	Характеристика
1) Леса, расположенные на особо охраняемых природных территориях	
А)	
…	
2) Леса, расположенные в водоохранных зонах	
А)	
…	
3) Леса, выполняющие функции защиты природных и иных объектов	
А)	
…	
4) Ценные леса	
А)	
…	

Задание 3. Заполните табл. 15 «Водоохранные леса и их функции».

Таблица 15 – Водоохранные леса и их функции

Категория водоохранных лесов	Функции

Задание 4. Заполните табл. 16 «Берего- и руслозащитные леса и их функции».

Таблица 16 – Берего- и руслозащитные леса и их функции

Берего- и руслозащитные леса	Функции
1. Берегозащитные леса	
2. Руслозащитные леса	

Задание 5. Перечислите функции почвозащитных лесов.

Задание 6. Напишите оптимальный состав древостоя для спелых водорегулирующих лесов таежной зоны (по М. М. Орлову). Объясните, в чем заключается водорегулирующая роль каждой древесной породы в указанном составе.

Задание 7. Какую лесистость следует считать оптимальной:

а) в лесостепи;

б) в Нечерноземье;

в) в северной тайге;

г) в среднем?

Задание 8. Заполните табл. 17, 18, 19 – «Классификации стадий дигрессии рекреационных лесов».

Таблица 17 – Стадии дигрессии рекреационных лесов в зависимости от отношения площади, вытоптанной до минерального горизонта поверхности напочвенного покрова, к общей площади обследуемого участка, % (по ОСТ 56-100-95)

Стадия дигрессии рекреационных лесов					
Показатель					

Таблица 18 – Стадии дигрессии рекреационных лесов по пересечению площади с дорогами и тропами (по данным Союзгипролесхоза)

Стадия дигрессии рекреационных лесов					
Показатель					

Таблица 19 – Фазы рекреационной дигрессии лесов (по А. С. Тихонову)

№ п/п	Название фазы	Площадь троп и выбитых участков, %	Изменение подлеска	Площадь с лесным живым покровом	Процесс лесовозобновления	Изменение древостоя		
						уменьшение прироста по $D_{1,3}$, %	число сухо-вершинных деревьев, %	сомкнутость полога

Задание 9. Перечислите меры восстановления деградированных лесов:

а) организационные;
б) мероприятия по благоустройству территории;
в) лесохозяйственные и биотехнические.

Тема 4. ФЛУКТУИРУЮЩАЯ АСИММЕТРИЯ *BETULA PENDULA* ROCH. ПОКАЗАТЕЛЬ КАЧЕСТВА ВОЗДУШНОГО БАССЕЙНА ЭКОСИСТЕМЫ

Задание 1. Изучить метод оценки качества среды по состоянию листьев берёзы (на примере уровня асимметрии морфологических структур)

Теоретическая часть. В качестве объекта исследования, окружающей среды методом биоиндикации, была выбрана береза повислая:

Домен – Эукариоты
Царство – Растенияо
Подцарство – Зеленые растения
Надотдел – Высшие растения
Отдел – Цветковые
Класс – Двудольные
Порядок – Букоцветные
Семейство – Березовые

Береза повислая (*Betula pendula* R.) – листопадное дерево, относящееся к семейству березовых. Его высота достигает 30 м с гладкой, белой, хорошо расслаивающейся корой. Данный вид березы отличается прямым стволом и повислыми ветвями. Кора старых деревьев имеет глубокие трещины, темно-серого цвета. Молодые побеги покрыты смолистыми железами – «бородавочками», красно-бурого или голубого цвета. Листья треугольно-яйцевидные, по краям двоякоостродзубчатые, тонкожилистые, гладкие, темно-зеленые, длиной 3–7, шириной 2,5–5 см. Почки яйцевидно – конусовидные, длиной 3–5, толщиной 2–5 мм, заостренные, блестящие, с восковым налетом. Женские сережки имеют цилиндрическую форму, длиной 2–3 см, одиночные; мужские сережки имеют длину 5–6 см, повисающие. Плод, орешек продолговато-эллиптической формы с двумя перепончатыми крылышками, превышающие размеры орешка в 2–3 раза. Сережка содержит около 600 орешков. Цветение березы начинается в мае – июне, плоды созревают в августе-сентябре.

Береза повислая произрастает на большей части территории страны. Наиболее обильно в Средней и Западной Сибири и в средней полосе европейской части страны. Продолжительность жизни березы составляет 100-120 лет.

Береза повислая быстро заполняет пустующие территории, образует леса на местах вырубленных и сгоревших ельников, лиственничников, сосняков. Создает временные группировки, которые в дальнейшем вытесняются другими древесными породами. Встречается в виде примеси, в разных типах леса. Береза неприхотлива к почвенному плодородию и составу почвы, светолюбива. Выносит любые климатические условия.

4.1. Места отбора материала

На рис. 1 представлены точки мест отбора материала березы повислой, для расчета флуктуирующей асимметрии.

Рисунок 1 – Площадки отбора материала

1. Автостоянка в г. Светлогорске. Вблизи оживленное автомобильное движение.

2. Жилой комплекс. В 30 м автотрасса.

3. Спортивно-оздоровительный лагерь «Отрадное». Полное отсутствие автомобильной нагрузки.

Площадки для отбора материала были заложены в трех точках г. Светлогорска, в разных районах. Вблизи антропогенной нагрузки и в ее отсутствии. Сбор материала проводился после остановки роста листьев.

Выборки включают сбор листового материала с 10 деревьев по 10 листьев с каждого. В сумме – 300 листьев. Листья собирались с нижней части кроны вокруг всего дерева.

4.2. Методика сбора и обработки материала для оценки состояния *Betula pendula* R.

Стрессовое воздействие разного типа вызывает у живых организмов изменение гомеостаза развития, которые вызывают нарушение морфогенетических процессов.

Изменения такого типа фиксирует показатель флуктуирующей асимметрии. Это мелкие, ненаправленные отклонения от симметричного состояния организма. Воздействие на живой организм вызывает ошибки в его

развитии, что приводит к изменению морфологического состояния – асимметричности.

Л. Ван Вален предложил классификацию асимметрии при работе с биологическими объектами:

1) направленная асимметрия, развитие одной стороны живого организма больше чем другой;

2) антисимметрия – наибольшее развитие одной из сторон;

3) флуктуирующая асимметрия – незначительное ненаправленные отклонения от нормы.

Флуктуирующая асимметрия – это результат неспособности организма полноценно и своевременно развиваться. В. М. Захаровым показано, что флуктуирующая асимметрия является практические единственной формой фенотипической изменчивости с известной причиной обусловленности.

Оценка химических и физических показателей не дает полного представления о воздействии на организм стрессовых факторов. В то время как биоиндикационные показатели при оценки флуктуирующей асимметрии отражают реакцию живого организма на действующие факторы окружающей среды.

Для биоиндикационной оценки данным методом подходят растения. Животные не имеют привязанности к определенной территории, их развитие зависит от множества факторов, и менее подвержены загрязнению воздушной среды.

В течение всей своей жизни растение привязано к определенной территории и вбирает в себя все факторы, влияющие на почвенную и воздушную среду. При этом наиболее точно и полноценно отражают любое стрессовое воздействие на экосистему.

Показатель флуктуирующей асимметрии направлен на выявления асимметрии у древесных форм растений. Лучшим органом для оценки стабильности развития является лист. При воздействии на растение антропогенных факторов первые изменения происходят в морфологии листовой пластины. Уменьшается площадь листа, появляются различия в размерах правой и левой сторон, происходит подсушение кончиков листа.

Места сбора материала выбирались с учетом антропогенной нагрузки. Всего было выделено три площадки. Это территория с сильной антропогенной нагрузкой, расположенная вблизи дороги. Территория на некотором удалении от дороги, рядом с жилым комплексом. И фоновая территория, с отсутствием автомобильного транспорта.

Сбор материала проводится после полной остановки роста листьев. Для Калининградской области это середина июля.

При выборе дерева необходимо четко знать его видовую принадлежность с четко выраженными признаками. Необходимо также учитывать возраст дерева. При исследовании выбираются средневозрастные деревья.

С каждой площадки необходимо отобрать 10 деревьев. С каждого дерева на расстоянии вытянутой руки с нижней кроны укороченных побегов снимается 10 листьев. Размеры листьев должны быть приблизительно одинаковы. Типы

побегов березы повислой представлены на рис. 2. Выбирать необходимо целые листовые пластинки, так как показатели будут сниматься со всего листа с двух сторон.

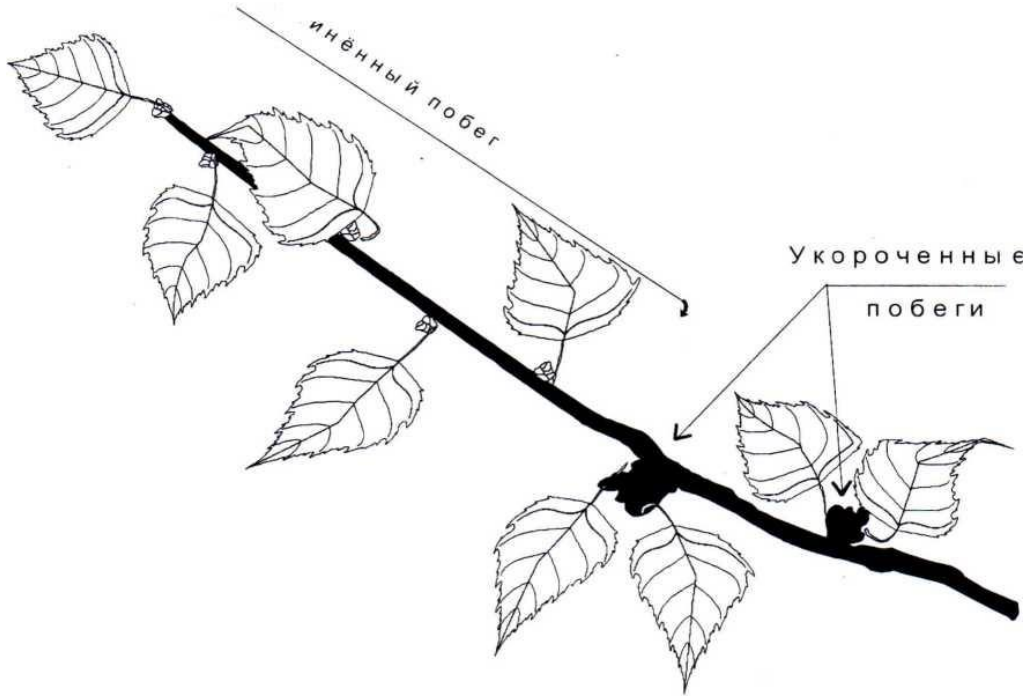

Рис. 2 – Типы побегов березы

Собранные листья помещают в полиэтиленовый пакет и подписывают номер площадки и дату сбора материала.

Для дальнейшего удобства и точности измерений, собранный материал необходимо поместить в гербарий.

Для обработки собранного материала лист березы повислой положить перед собой внутренней стороной вверх. Для измерения понадобится линейка, циркуль, транспортир.

С левой и правой сторон берется по пять параметров, рис. 3:

1) ширина половинки листа. Для выполнения промеров лист складывают пополам, прикладывая макушку листа к основанию, потом разгибают и по образовавшейся складке производят измерения;

2) длина второй жилки второго порядка от основания листа;

3) расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка;

4) расстояние между концами этих жилок;

5) угол между главной жилкой и второй от основания жилкой второго порядка.

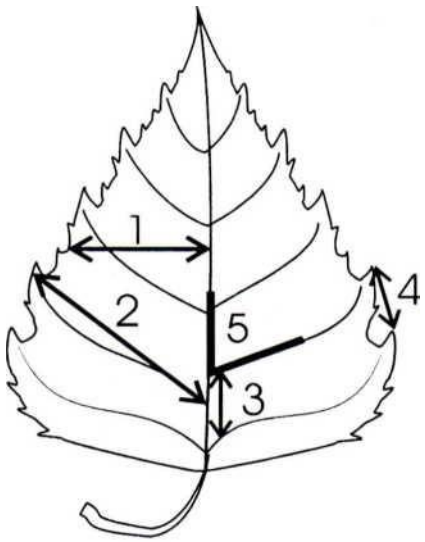

Рис. 3 – Параметры листа

Параметры 1–4 снимаются циркулем-измерителем, угол между жилками измеряется транспортиром (рис. 4). Удобно использовать прозрачные пластмассовые транспортиры. При измерении угла транспортир (поз. 1 рис. 4) располагают так, чтобы центр основания окошка транспортира (поз. 2) находился на месте ответвления второй жилки второго порядка (поз. 4). Так как жилки не прямолинейны, а извилисты, то угол измеряют следующим образом: участок центральной жилки (поз. 3), находящийся в пределах окошка транспортира (поз. 2) совмещают с центральным лучом транспортира, который соответствует 90°, а участок жилки второго порядка (поз. 4) продлевают до градусных значений транспортира (поз. 5), используя линейку. Измерение угла между жилками показано на рис. 4.

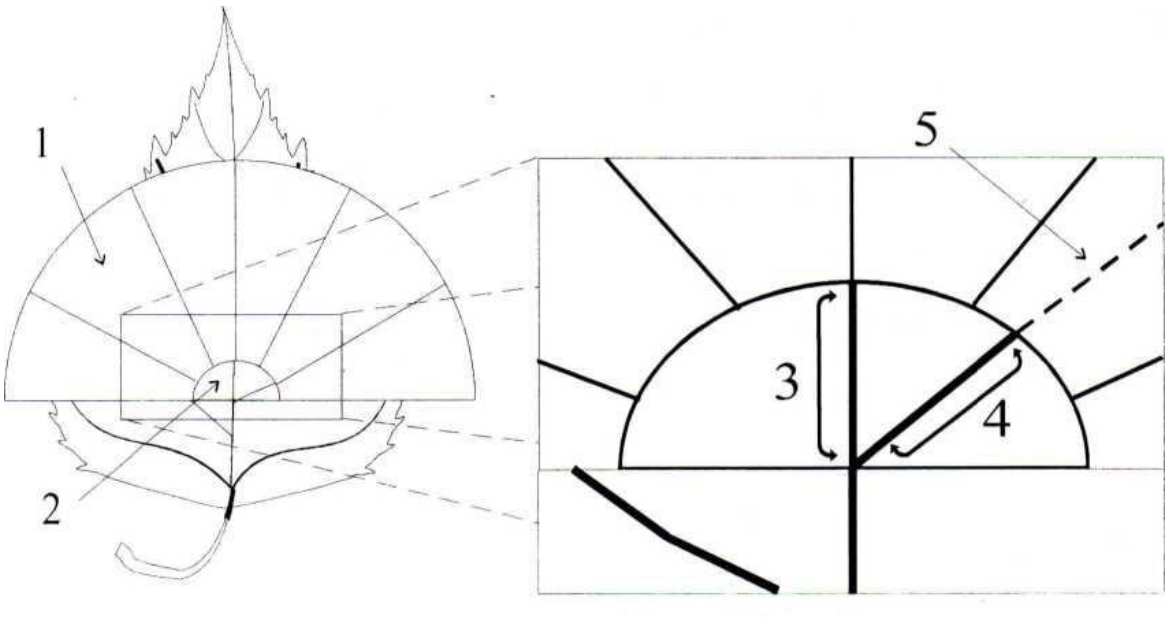

Рис. 4 – Измерение угла между жилками

Данные измерений заносятся в табл. 20. При занесении данных в компьютер для хранения и математической обработки, используют программу Microsoft Excel.

ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ РАСЧЁТОВ

Таблица 20 – Образец таблицы для обработки данных по оценки стабильности развития с использованием мерных признаков

Дата: 25 июля		Исполнитель: Мурачёва Л. С., Пичугина А. О.							
Место отбора: Спортивно-оздоровительный лагерь «Отрадное». Фоновая территория									
№ листа	Ширина половинок листа, мм		Длина второй жилки, мм		Расстояние между основаниями первой и второй жилок, мм		Расстояние между концами первой и второй жилок, мм		Угол между центральной и второй жилкой, мм	
	л	п	л	п	л	п	л	п	л	п
1	19	16	27	28	3	4	10	7	45	46
2	19	17	30	31	3	4	10	11	48	45
3	11	17	26	27	6	5	9	8	60	58
4	14	17	27	25	5	6	8	9	58	50
5	17	17	31	29	6	6	7	10	61	54
6	20	21	31	33	6	5	10	8	57	55
7	22	21	36	37	7	8	12	13	43	45
8	20	23	37	36	7	6	13	11	61	58
9	18	20	31	33	6	5	10	11	48	47
10	21	21	36	38	7	8	13	13	45	40

Величина асимметричности оценивается с помощью интегрального показателя – величины среднего относительного различия на признак (средняя арифметическая отношения разности к сумме промеров листа слева и справа, отнесенная к числу признаков). Для проведения вычислений пользуются таблицей промеров листа. Обозначим значение какого-либо промера X, тогда его значение с левой и правой стороны будем обозначать как $X_Л$ и $X_П$, соответственно. Измеряя параметры листа по пяти признакам (слева и справа) мы получаем 10 значений X.

В первом действии (1) находим относительное различие между значениями признака слева и справа – (У) для каждого признака. Для этого находят разность значений измерений по одному признаку для одного листа, затем находят сумму этих же значений и разность делят на сумму. Например, в нашем примере у листа № 1 по первому признаку $X_Л = 21$, а $X_П = 20$. Находим значение Y) по формуле:

$$Y_1 = \frac{X_Л - X_П}{X_Л + X_П} = \frac{19 - 16}{19 + 16} = \frac{3}{35} = 0{,}086.$$

Найденное значение Y вписываем в вспомогательную таблицу для вычислений. Подобные вычисления производят по каждому признаку. В результате получается пять значений Y для одного листа. Такие же вычисления производят для каждого листа в отдельности, записывая результаты в таблицу.

Во втором действии (2) находят значение среднего относительного различия между сторонами на признак для каждого листа (Z). Для этого сумму относительных различий надо разделить на число признаков. Например, для 1листа Y_1 = 0,085; Y_2 = -0,018; Y_3 = -0,143; Y_4 = 0;176 Y_5= -0,011.

Находим значение Z, по формуле:

$$Z_1 = \frac{Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 + Y_5}{N} = \frac{0{,}085 + (-0{,}018) + (-0{,}143) + 0{,}176 + (-0{,}011)}{5} = 0{,}018,$$

где N – число признаков, в данном случае N = 5.

Подобные вычисления производят для каждого листа. Найденные значения заносятся в таблицу.

На третьем этапе вычисляется интегральный показатель стабильности развития. Необходимо вычислить среднее арифметическое всех величин асимметрии для каждого листа. Полученные значения сложить и поделить на количество всех листьев, собранных с одной площадки:

$$X = \frac{\sum Z}{n} = \frac{Z_1 + Z_2 + \cdots + Z_n}{n} =$$

$$= \frac{(0{,}018 + (-0{,}024) + (-0{,}013) + (-0{,}027) + (-0{,}016) + 0{,}033 + (-0{,}024) + 0{,}026 + (-0{,}006) + (-0{,}007))}{10}$$

$$= 0{,}019,$$

где п – число значений Z, т. е. число листьев.

Таблица 21 – Вспомогательная таблица для вычисления интегрального показателя стабильности развития флуктуирующей асимметрии

№ листа	1-й признак	2-й признак	3-й признак	4-й признак	5-й признак	Среднее относительное различий на признак
	$Y = \frac{X_Л - X_П}{X_Л + X_П}$	$Y = \frac{X_Л - X_П}{X_Л + X_П}$	$Y = \frac{X_Л - X_П}{X_Л + X_П}$	$Y = \frac{X_Л - X_П}{X_Л + X_П}$	$Y = \frac{X_Л - X_П}{X_Л + X_П}$	$Z = \frac{Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 + Y_5}{N}$
1	0,086	-0,018	-0,143	0,176	-0,011	0,018
2	0,056	-0,016	-0,143	-0,048	0,032	-0,024
3	-0,214	-0,019	0,091	0,059	0,017	-0,013
4	-0,097	0,038	0,000	-0,059	0,074	-0,027
5	0,000	0,033	0,091	-0,176	0,061	-0,016
6	-0,024	-0,031	-0,067	0,111	0,018	0,033
7	0,023	-0,014	0,077	-0,040	-0,023	-0,024
8	-0,070	0,014	0,091	0,083	0,025	0,026
9	-0,053	-0,031	-0,067	-0,048	0,011	-0,006
10	0,000	-0,027	-0,077	0,000	0,059	-0,007
						$X = \frac{Z_1 + Z_2 + \cdots + Z_n}{n}$
(Итог по 100 образцам) 2,799						

Далее по шкале стабильности определяется балл отклонения состояния организма от условной нормы по величине интегрального показателя

Таблица 22 – Шкала стабильности березы повислой (*Betula pendula* Roth.)

Балл	Величина показателя стабильности развития
I	<0,040
II	0,040-0,044
III	0,045-0,049
IV	0,050-0,054
V	>0,054

Первый балл шкалы – условная норма. Значение интегрального показателя асимметрии (величина среднего относительного различия на признак), соответствующие первому баллу наблюдаются, обычно, в выборках растений из благоприятных условий произрастания, например, из природных заповедников.

Пятый балл – критическое значение, такие значения показателя асимметрии наблюдаются в крайне неблагоприятных условиях, когда растение находятся в сильно угнетенном состоянии.

4.3. Результаты расчетов по данным промеров листовой пластинки Березы повислой

Математическая обработка данных проводилась на базе программы Microsoft Office Excel были рассчитаны следующие показатели:

- относительное различие между значениями признака слева и справа для каждого признака;
- значение среднего относительного различия между сторонами на признак для каждого листа;
- среднее относительное различие на признак для выборки.

Полученные результаты позволяют построить графики изменения флуктуирующей асимметрии в трех точках отбора материала. Изменения представлены на графике.

График зависимость уровня асимметрии от степени антропогенного прессинга в местах отбора материала представлен на рис. 5.

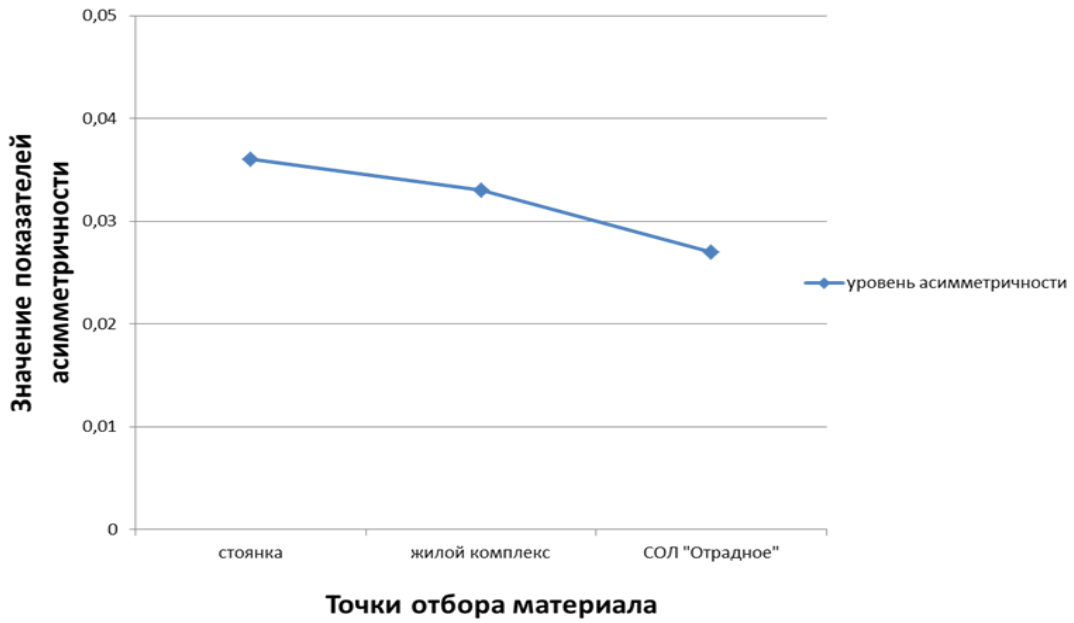

Рис. 5 – Зависимость уровня асимметричности от степени антропогенного прессинга в местах отбора материала

Тема 5. ХАРАКТЕРИСТИКА ДРЕВЕСНЫХ ВИДОВ, РЕКОМЕНДУЕМЫХ ДЛЯ ЗАЩИТНОГО ЛЕСОРАЗВЕДЕНИЯ

Задание 1

1. Предоставленную информацию о древесных видах (раздаточные материалы) в краткой форме внести в соответствующие графы рабочей тетради (табл. 2).

2. По предоставленным гербарным образцам листьев, плодам и семенам, а также рисункам научиться распознавать подлежащие изучению виды.

3. Проанализировать систематизированный материал и вскрыть общие черты и отличительные признаки как в пределах групп (главных, сопутствующих и кустарниковых), так и между ними.

Таблица 23 – Рабочая тетрадь для систематизации сведений о древесных видах, рекомендуемых для создания защитных и озеленительных насаждений

Семейство и вид на русском и латинском языках	Биологические и морфологические особенности и значение частей растений	Экологические требования	Применение в защитных и декоративных насаждениях

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Вишняков, Я. Д. Охрана окружающей среды / Я. Д. Вишняков, П. В. Зозуля, А. В. Зозуля [и др.]. – 2-е изд., стер. – Москва: Академия, 2014. – 288 с.

2. Мурачева, Л. С. Мониторинг лесопарковых экосистем на урбанизированных территориях Калининградской области / Л. С. Мурачева, О. М. Бедарева, В. К. Хлюстов. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2013. – 249 с.

3. Тетиор, А. Н. Городская экология: учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений / А. Н. Тетиор. – 3-е изд. – Москва: «Академия», 2008. – 336 с.

4. Александрова, В. Д. Классификация растительности: обзор принципов классификации и классификационных систем в разных геоботанических школах / В. Д. Александрова. – Ленинград: Наука, 1969. – 275 с.

5. Уланова, Н. Г. Математические методы в геоботанике / Н. Г. Уланова. – Москва: МГУ, 1995. – 109 с.

6. Агролесомелиорация / под ред. акад. РАСХН А. Л. Иванова и К. Н. Кулика. –5-е изд. дораб. и доп. –_Волгоград: ВНИАЛМИ, 2006. – 746 с.

7. Сеннов, С. Н. Лесоведение: учеб. пособие / С. Н. Сеннов, А. В. Грязькин. – Санкт-Петербург: СПбГЛТА, 2006. – 156 с.

Локальный электронный методический материал

Ольга Михайловна Бедарева

ЛЕСОВОДСТВО И АГРОЛЕСОМЕЛИОРАЦИЯ

Редактор Е. Билко

Уч.-изд. л. 6,5. Печ. л. 4,7

Федеральное государственное
бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»,
236022, Калининград, Советский проспект, 1