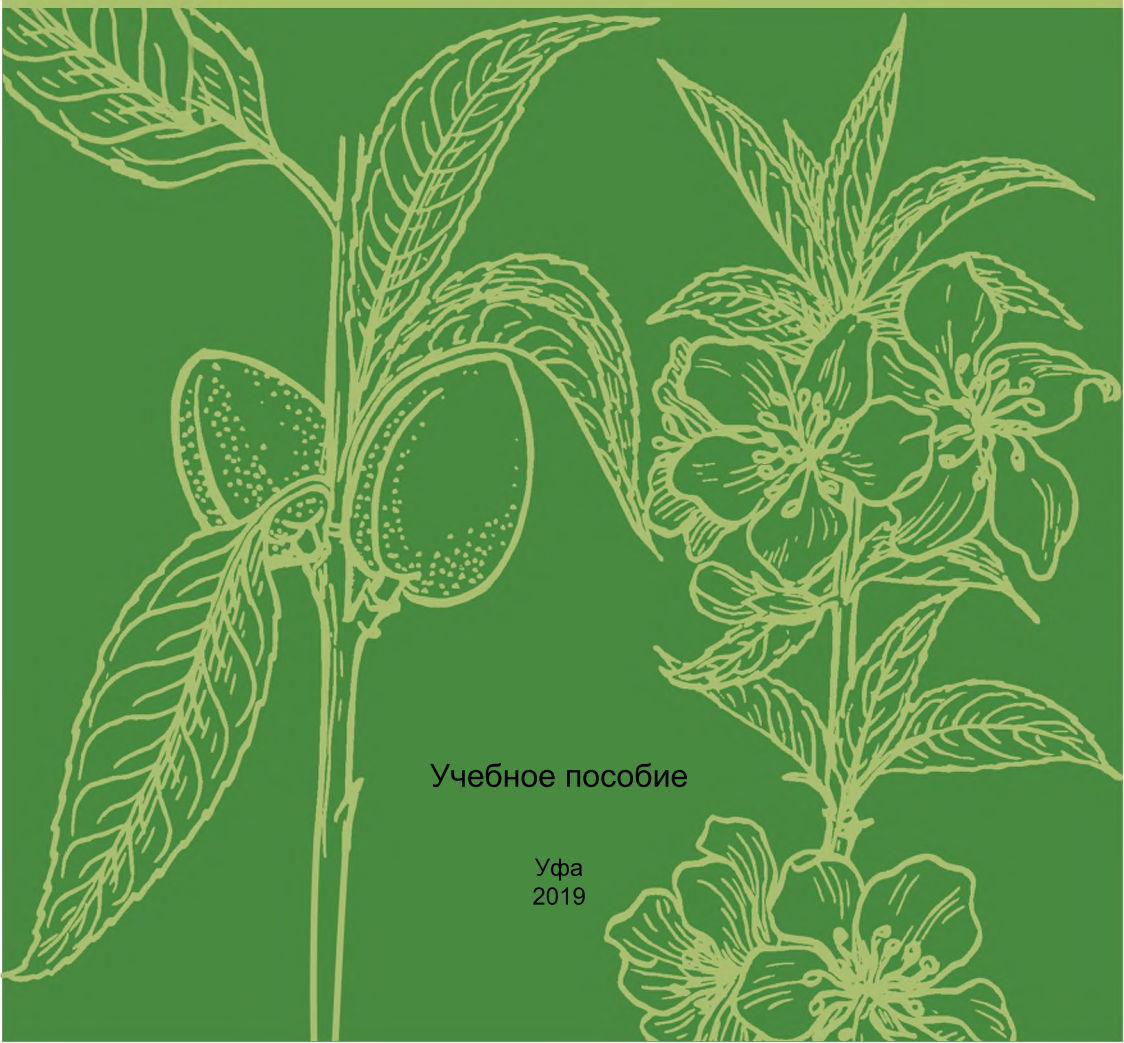


ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России)

РЕСУРСОВЕДЕНИЕ И СТАНДАРТИЗАЦИЯ ЛЕКАРСТВЕННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Учебное пособие

Уфа
2019



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России)

РЕСУРСОВЕДЕНИЕ И СТАНДАРТИЗАЦИЯ
ЛЕКАРСТВЕННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Учебное пособие

Уфа
2019

УДК 615.322.07(075.8)

ББК 52.821+41.8я7

Р 44

Рецензенты:

Заведующий кафедрой фармакогнозии с ботаникой и основами фитотерапии ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России, д.фарм.н.,

профессор *В.А. Куркин*

Старший научный сотрудник кафедры биохимии и биотехнологии, биологического факультета ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет», д.б.н., профессор *Р.Г. Фархутдинов*

Ресурсоведение и стандартизация лекарственного растительного сырья: учеб. пособие / Сост.: К.А. Пупыкина, С.Р. Хасанова, Н.В. Кудашкина, Э.Х. Галиахметова, Р.Р. Шакирова. — Уфа: ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России, 2019. — 116 с.

Подготовлено на основании рабочей программы по дисциплине «Фармакогнозия» (2017 г.), действующего учебного плана (2017 г.) и в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 33.05.01 Фармация (квалификация «специалист») (16.04.18 г.). В учебном пособии рассматриваются основные вопросы ресурсоведения лекарственных растений и современные методы анализа лекарственного растительного сырья для их стандартизации, которые необходимы специалистам при проведении контроля качества лекарственных средств и фармацевтического консультирования по вопросам рационального использования и применения лекарственных препаратов растительного происхождения. В него вошли также вопросы для самоподготовки, ситуационные задачи и тестовые задания для контроля знаний по каждому разделу с эталонами ответов.

Пособие предназначено для обучающихся по специальности Фармация.

Рекомендовано в печать по решению Координационного научно-методического совета и утверждено решением Редакционно-издательского совета ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России.

УДК 615.322.07(075.8)

ББК 52.821+41.8я7

© Пупыкина К.А., Хасанова С.Р., Кудашкина Н.В.,
Галиахметова Э.Х., Шакирова Р.Р., 2019

© ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России, 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	4
Глава 1. Ресурсоведение лекарственных растений.....	7
1.1. Цели и задачи ресурсоведения.....	7
1.2. Содержание и этапы ресурсоведческих работ.....	13
1.3. Оценка запасов лекарственного растительного сырья на различных территориях.....	15
1.4. Основные понятия и термины в ресурсоведении лекарственных растений.....	17
1.5. Общие требования к проведению ресурсоведческих работ.....	19
1.6. Основные этапы ресурсоведческих исследований.....	22
Глава 2. Определение запасов лекарственного растительного сырья.....	35
2.1. Определение площади заросли.....	35
2.2. Методы определения запасов лекарственного растительного сырья.....	38
2.3. Методы определения урожайности.....	41
2.4. Расчет величины запаса на конкретных зарослях.....	54
2.5. Расчет величины запаса на ключевых участках.....	56
Глава 3. Стандартизация лекарственного растительного сырья.....	64
3.1. Основные подходы к стандартизации лекарственного растительного сырья.....	64
3.2. Современные методы определения качества лекарственного растительного сырья.....	81
Тестовые задания для самоподготовки.....	90
Ситуационные задачи для самоподготовки.....	100
Эталоны ответов к тестовым заданиям и ситуационным задачам.....	107
Рекомендуемая литература.....	111
Приложение.....	112

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время около половины ассортимента лекарственных препаратов изготавливается из растительного сырья, из них более 50% получают из дикорастущих растений. У практических врачей и населения значительно возрос интерес к фитотерапии и препаратам растительного происхождения, в связи с чем происходит истощение природных запасов лекарственных растений, их крайне нерациональное использование. Это требует решения природоохранных задач, выработки приемов рациональной заготовки, способствующих возобновлению зарослей лекарственных растений. Решению этой задачи и посвящен курс ресурсоведения лекарственных растений.

Учебное пособие предназначено для обучающихся по специальностям 33.05.01 Фармация (квалификация «специалист») и может быть использовано в качестве дополнительной литературы для освоения дисциплины «Фармакогнозия», так как данный материал не достаточно освещен в учебнике.

Учебное пособие соответствует требованиям ФГОС ВО по специальности по направлению подготовки (специальности) 33.05.01 Фармация (квалификация «специалист») (16.04.18 г.), ООП специальности 33.05.01 Фармация, рабочей программы по фармакогнозии (2017 г.) и действующему учебному плану (2017 г.)

В учебное пособие включены цели и задачи ресурсоведения и стандартизации лекарственного растительного сырья, методы определения запасов дикорастущего лекарственного сырья, методы и методики фармакогностического, товароведческого, фитохимического исследования ЛРС для их стандартизации. В каждой главе пособия сформулирована цель работы обучающихся: углубление теоретических знаний и приобретение умений и практических навыков по основным разделам фармакогнозии, приводятся краткие сведения из литературы с отсылкой на обязательную литературу для деятельного изучения материала, необходимого для решения целевых задач. Приводится теоретический материал, вопросы для са-

моподготовки, ситуационные задачи и тестовые задания для закрепления материала.

Материал, представленный в данном учебном пособии, способствует формированию следующих компетенций и трудовых функций:

- **ОК-1** — способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу;
- **ОК-5** — готовность к саморазвитию, самореализации, самообразованию, использованию творческого потенциала;
- **ОПК-1** — готовность решать стандартные задачи профессиональной деятельности с использованием информационных, библиографических ресурсов, медико-биологической и фармацевтической терминологии, информационно-коммуникационных технологий и учетом основных требований информационной безопасности;
- **ОПК-5** — способность и готовность анализировать результаты собственной деятельности для предотвращения профессиональных ошибок;
- **ПК-1** — способность к обеспечению контроля качества лекарственных средств в условиях фармацевтических организаций;
- **ПК-2** — способность к проведению экспертиз, предусмотренных при государственной регистрации лекарственных препаратов;
- **ПК-5** — способность к организации заготовки лекарственного растительного сырья с учетом рационального использования ресурсов лекарственных растений;
- **ПК-6** — готовность к обеспечению хранения лекарственных средств;
- **ПК-12** — способность к проведению контроля качества лекарственных средств в условиях фармацевтической организации;
- **ПК-17** — способность к организации заготовки лекарственного растительного сырья с учетом рационального использования ресурсов лекарственных растений;
- **ПК-21** — способность к анализу и публичному представлению научной фармацевтической информации;
- **ПК-22** — способность к участию в проведении научных исследований;

- **ПК-23** — готовность к участию во внедрении новых методов и методик в сфере разработки, производства и обращения ЛС;
- **А/02.7** — проведение приемочного контроля поступающих в организацию лекарственных средств и других товаров аптечного ассортимента;
- **А/03.7** — обеспечение хранения лекарственных средств и других товаров аптечного ассортимента;
- **А/04.7** — информирование населения и медицинских работников о лекарственных препаратах и других товарах аптечного ассортимента.

Учебное пособие предназначено для обучающихся по специальности 33.05.01 Фармация (квалификация «специалист»).

ГЛАВА 1.

РЕСУРСОВЕДЕНИЕ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

1.1. Цель и задачи ресурсоведения

В основе ресурсоведения лекарственных растений лежат методы и представления ботанического ресурсоведения. Поэтому в первую очередь мы рассмотрим задачи ботанического ресурсоведения.

Ботаническое ресурсоведение представляет собой систему знаний о полезных свойствах растений и растительных ресурсах, а также об их использовании в практике. Ботаническое ресурсоведение — синтетическая наука, находящаяся на стыке теоретических и прикладных дисциплин. Эти дисциплины делят на две группы: а) относящиеся непосредственно к ботаническому ресурсоведению и б) входящие в компетенцию прикладных наук, использующих данные ресурсоведения, но имеющие свои, прикладные задачи (медицина, фармация, пищевая промышленность и т.д.).

Основные направления развития ботанико-ресурсоведческих работ на современном этапе определяются, с одной стороны, растущими потребностями народного хозяйства и медицины, а с другой — общим развитием современной науки и техники.

Главной целью ресурсоведения является мобилизация растительных ресурсов для нужд практики.

Растительными ресурсами принято называть любые объекты растительного происхождения, включая грибы, необходимые людям для получения материальных, а иногда и духовных благ и которые можно реализовать при существующих технологиях.

Ресурсоведческая деятельность характеризуется двумя, связанными между собой, основными аспектами: теоретическим и практическим. *Теоретическая* часть ресурсоведения — это разработка общих положений теории ресурсоведения и методик для ресурсоведческих характеристик территорий, их экологический мониторинг, вопросы загрязненности сырья в результате антропогенного воздействия. В основе практического ресурсоведения лежат теоретические разработки, которые непосредственно ис-

пользуются в организации ресурсоведческих работ и обеспечении рациональных заготовок сырья. Указанные аспекты ресурсоведения формируют ряд задач, которые требуют своего решения.

Задачи ботанического ресурсоведения

1. Исследование закономерностей распределения растительных ресурсов по земной поверхности, разработка вопросов ресурсоведческого районирования и картографирования. Определяется она тем, что накопление сырьевой массы и биологически активных и других веществ в растениях подчиняется определенным закономерностям и происходит по-разному в различных природных зонах. В настоящее время наиболее удовлетворительно учитываются лишь запасы древесины в лесах, площади сенокосов и пастбищ. Недостаточно изучены распространение и ресурсы лекарственных растений. Не разработаны единые принципы ресурсоведческого картографирования. Нет единых методик определения запасов лекарственных и других полезных растений.

2. Изучение биологической и хозяйственной продуктивности отдельных видов полезных растений, а также растительного покрова в целом. Решение проблем биологической продуктивности находится в тесной связи с заботой человека о жизненных ресурсах, возможностью увеличения и возобновления растительных ресурсов, в том числе и за счет введения в культуру новых, продуктивных сортов полезных и лекарственных растений.

3. Разработка принципов научной классификации полезных растений и растительных ресурсов.

Объектами ботанического ресурсоведения являются растения, применяемые:

- в качестве продуктов питания для человека и корма для животных;
- как источник сырья для промышленности и хозяйственной деятельности человека;
- в декоративном озеленении населенных пунктов, территорий лечебно-профилактических учреждений и т.п.;

- в охране и улучшении окружающей среды, в том числе озеленение территорий;
- как лекарственные средства и сырье для получения медицинских препаратов.

Такое разнообразие путей использования растений требует их классификации. Наиболее полной считается классификация полезных растений, разработанная М.М. Ильиным (1949 г). Эта классификация была принята на I Узбекской конференции по растительным ресурсам в 1935 г. В соответствии с этой классификацией все полезные растения делятся на несколько групп:

1) промышленные растительные ресурсы:

- группа пищевых растений: сахароносы, крахмалоносы, инулиноносы, пряные, консервируемые;
- группа растений, содержащие технические экстрактивные вещества: алкалоидные, гликозидные, эфиромасличные, жиромасличные, смолоносы и камеденосы, витаминные, клейдающие, каучуконосы, таннидные, красильные, зольные, народно-лечебные;
- группа волокнистых растений;
- группа бумажно-целлюлозных растений;
- группа строительных и поделочных растений: корзиночные, плеточные, щетинные и др.;
- группа топливных и лесохимических растений: топливные, для углежжения, для сухой перегонки;

2) сельскохозяйственные растительные ресурсы:

- группа пищевых растений: зерно-бобовые, овощные, плодовые-годные;
- группа кормовых растений: пастбищные, сенокосные, силосные, комбикормовые, концентратные;

3) озеленительные и фито-мелиоративные ресурсы:

- группа декоративно-озеленительных растений;
- группа мелиоративных растений.

Этой классификацией ученые и практики пользовались многие десятилетия. Однако современные научные представления требуют нового подхода к классификации, ее дальнейшей разработки.

4. Разработка новых методов исследования ресурсов и сырья, обработка поступающей информации.

Метод научного исследования является фактором, определяющим достоверность этого исследования. Для обработки полученных данных пользуются методами статистического анализа. Однако исследователями используются различные методики, которые зачастую сложны и громоздки, что доказывает, что необходимо разработать унифицированные методики.

5. Создание научной терминологии. Как и всякой науке, ресурсоведению свойственна своя система терминов и понятий. Это касается представлений о растительных ресурсах, запасах сырья, их категориях. Например, существует спорный вопрос о том, что следует подразумевать под понятием биологические, эксплуатационные, реальные запасы, а что такое массивы и заросли растений и т.д. Эти понятия отдельными специалистами трактуются по-разному. То же касается и названий различного вида сырья и т.д.

6. Установление принципов рациональной системы эксплуатации и охраны растительных ресурсов.

Отсутствие рациональной системы использования растительных ресурсов может привести и приводит к уничтожению ценнейших растений, которые в процессе нерационального использования постепенно исчезают, а их природный фонд безнадежно растрачивается. И в специальных журналах, и в массовой печати пишут об уже происшедшем уменьшении запасов древесины дуба, исчезновении горицвета весеннего, катастрофическом разрушении зарослей лимонника и актинидии и т.п.

Поэтому одной из важнейших задач ресурсоведения является разработка общих положений и конкретных предложений по охране, рациональному использованию, мерах по воспроизведению зарослей полезных растений, их окультуриванию. Необходима разработка структуры управления рациональным использованием растений, в том числе лекарственных. Этим вопросом занимаются как отечественные, так и зарубежные

ученые. При этом лекарственные растения рассматриваются как часть *системы* — совокупности взаимодействующих частей, объектов и комплексов, взаимосвязанных между собой и внешней средой и объединенных общими законами функционирования. Изучаются устойчивость структуры системы, ее внутренняя организация, интегральные свойства и устанавливаются закономерности. Важным направлением в этих исследованиях является научное обоснование рационального природопользования, влияния окружающей среды на экологические системы, в том числе, включающие и лекарственные растения.

7. Организация государственной системы мобилизации растительных ресурсов для нужд народного хозяйства. В настоящее время не существует единого органа, ведущего учет и планирование использования растительных ресурсов. Вопросы эксплуатации отдельных видов растительных ресурсов находятся в ведении соответствующих министерств и ведомств. Это часто приводит к несогласованности действий в эксплуатации зарослей и вообще природных ресурсов. Но конкретные задачи для изыскания, разведки новых растительных ресурсов не определяются ни для отдельных регионов, ни для министерств и ведомств, ни для частных фирм.

Объектами *ресурсоведения лекарственных растений*, в отличие от ботанического ресурсоведения, являются, главным образом, лекарственные и некоторые, обладающие лечебными свойствами, пищевые, а также технические растения. В Государственный регистр входит более 250 видов лекарственного растительного сырья, около 160 из которых заготавливаются на территории СНГ.

Основной целью ресурсоведения лекарственных растений является мобилизация ресурсов растительного мира для нужд медицины.

Задачи ресурсоведения лекарственных растений определяются содержанием практической деятельности ресурсоведов.

Это, в первую очередь, выявление среди дикорастущей флоры видов, содержащих природные вещества с выраженной фармакологической активностью и терапевтическим эффектом. Особенно важен поиск новых растений, источников сырья для получения уже применяемых в медицине

препаратов. Так был найден во флоре Башкирии аконит северный — источник антиаритмического препарата аллапинина, получаемого из произрастающего в Средней Азии вида аконита белоустого. При решении этой задачи в основном используются методы фармакогнозии. При этом производится отбор новых, перспективных видов лекарственных растений для подробных исследований и внедрения в медицинскую практику. Для этого исследуются химический состав лекарственных растений, динамика накопления важнейших биологически активных веществ (БАВ), зависимость их количественного и качественного состава от периода вегетации растения и факторов среды, устанавливаются показатели качества сырья для его стандартизации.

Одновременно проводятся доклинические, фармакологические, испытания растения и препаратов из него на специфическую активность, токсичность и наличие (или отсутствие) других видов активности, предусмотренных требованиями к разработке и внедрению в медицинскую практику новых видов лекарственного растительного сырья и препаратов. И, наконец, трудами специалистов–технологов создается новый препарат или иное лекарственное средство из изучаемого лекарственного растения.

Одной из задач РЛР также является изучение природных ресурсов лекарственных растений на обширной как по площади, так и по богатству природно-растительных зон нашей страны.

Одновременно с определением запасов сырья во время ресурсоведческих экспедиций производят отбор образцов для химической таксации крупных промышленных массивов, которую следует осуществлять в соответствии с требованиями нормативной документации на данное сырье. Кроме того, собирают образцы перспективных лекарственных растений для их дальнейшего углубленного фитохимического и фармакологического изучения.

Следует отметить существующие в настоящее время тенденции в мировой ресурсоведческой практике, которые свидетельствуют о том, что и вопросы культивирования лекарственных растений также могут стать одной из задач ботанического ресурсоведения.

1.2. Содержание и этапы ресурсоведческих работ

Организация работ по ресурсоведению включает определенные этапы исследований, которые связаны с конкретными науками и научными дисциплинами, пользующимися присущими только им методами. Так, в экспедиционных поисковых и ресурсоведческих работах преобладают методы, применяемые при изучении флоры и растительности; в лабораторных исследованиях при изучении качественного и количественного состава полезных веществ применяются фитохимические методы и т.д.

В ботаническом ресурсоведении различаются этапы исследований и практических работ, имеющих свои задачи и, соответственно, содержание.

1. *Поисковые, разведочные.* Их цель — выявление видов полезных растений во флоре обследуемого района; установление их обилия, местобитаний, ареалов; сбор гербария, образцов растений для анализа, семян; получение информации от населения о лекарственном, кормовом и другом значении, о ядовитости растений.

2. *Лабораторные и камеральные.* Основные задачи этого этапа — уточнение систематической принадлежности видов; изучение химического состава, содержания биологически активных и других полезных веществ в растениях; морфологических особенностей и технологических свойств растений.

3. *Собственно ресурсоведческие исследования.* Цель — определение запасов полезных растений и возможностей их заготовок в природных зарослях; картирование ареалов и мест произрастания растений; сбор семян для полевых опытов; эколого-фитоценоотические исследования лекарственных и других растений.

4. *Лабораторные и полевые опыты по введению в культуру полезных растений* включают в себя *лабораторные* опыты по изучению произрастания семян, *полевые* опыты по изучению условий их произрастания, биологии и экологии растений в коллекционных посевах (первая ступень исследований); *деляночные* опыты по изучению продуктивности в зависимости от условий интродукции (биомассы, полезных веществ); первичное семеноводство и селекцию. Сочетание собственно ресурсоведческих ис-

следований с интродукционными работами, а также с работами по окультуриванию зарослей дикорастущих растений и посевом семян повышает эффективность исследований по выявлению сырьевых возможностей каждого данного растения.

Содержанием ресурсоведческих работ при изучении лекарственных растений, т.е. *ресурсоведения лекарственных растений* является:

- инвентаризация лекарственных видов растений на обследуемых площадях;
- количественная оценка запасов ЛР, в том числе выявление массивов для крупнотоннажных, средне- и малотоннажных заготовок, а также выявление видов, запасы которых в том или ином регионе в результате нерациональной заготовки исчерпаны;
- установление объемов возможных ежегодных заготовок и планирование номенклатуры лекарственного растительного сырья по регионам и в целом по стране;
- разработка мероприятий по охране зарослей лекарственных растений: определение очередности эксплуатации зарослей и рациональное размещение участков заготовок;
- химический скрининг и таксация с целью выявления популяций с наиболее высоким содержанием биологически активных веществ (чаще всего это наблюдается на границе ареала);
- изучение скорости восстановления зарослей ЛР после заготовок, влияния антропогенных и природных факторов на биологическую массу и качество сырья, выявление зон в промышленно развитых регионах для получения экологически чистого сырья;
- разработка рекомендаций по рациональному использованию редких и охраняемых в данном регионе лекарственных растений, а также методических рекомендаций по современным методам ресурсоведческих работ.

1.3. Оценка запасов лекарственного растительного сырья на различных территориях

Глубина, обширность и уровень точности ресурсоведческих исследований зависят от того, какие растительные объекты непосредственно изучаются в ходе проводимых работ. В различных регионах одни и те же растения можно отнести к одной из указанных ниже групп:

1) с достаточно обеспеченной сырьевой базой, возможный ежегодный объем заготовок которых соответствует промышленным масштабам (в Республике Башкортостан к таким относят девясил высокий, зверобой продырявленный, тысячелистник обыкновенный, полынь горькую, донник лекарственный и др.). Их запасы определяются методом экстраполирования на больших территориях; возможно перспективное планирование заготовок на несколько лет;

2) со значительной сырьевой базой, часто превышающей местные потребности (в РБ — горец птичий, крапива двудомная, полынь обыкновенная, береза повислая и др.); обычно их запасы не определяются или определяются частично; указываются только площади и картируются ареалы;

3) широко распространенные, но не образующие значительные и плотные заросли, однако их заготовка возможна для аптечных нужд (в РБ — виды фиалки, хвощ полевой, череда трехраздельная, валериана лекарственная, хмель обыкновенный и др.); их запасы определяются на конкретных зарослях и суммируются по районам, регионам; возможно планирование ежегодного объема заготовок на ближайшие 1–2 года (с учетом возобновляемости зарослей);

4) занесенные в региональный список редких и охраняемых видов. Некоторые растения из этой группы, благодаря значительным ресурсам, могут регламентировано заготавливаться (в РБ — ландыш майский, горичвет весенний, вахта трехлистная и др.), а для остальных необходима организация заказников и резерватов (в Республике Башкортостан это — брусника обыкновенная, толокнянка обыкновенная, плаун-баранец, алтей лекарственный и др.);

5) виды, сырье которых экспортируется (трава барвинка малого, донника лекарственного, яснотки белой и хвоща полевого; листья омелы белой, мать-и-мачехи, каштана конского и белены обыкновенной; цветки липы и бузины черной и др.). Эти растения требуют особого внимания как с точки зрения установления возможного объема заготовок сырья, так и в плане обеспечения возобновляемости зарослей.

Есть ряд дикорастущих лекарственных растений, довольно широко распространенных на территории России, но введенных в культуру. К ним относятся: синюха голубая, валериана лекарственная, тмин обыкновенный, пустырник сердечный, подорожник большой, ромашка аптечная и др. — всего 55 видов на территории стран СНГ. Обычно ресурсы таких растений не изучают или изучают в рамках определения возможности удовлетворения местных потребностей в сырье. Чаще же лишь устанавливают места их произрастания и занимаемые ими площади — для выявления сохранности генофонда этих растений в данном регионе. Заросли некоторых видов лекарственных растений располагаются на огромных площадях, а их биологические и эксплуатационные запасы столь велики по всей территории РФ, что перекрывают потребности здравоохранения. Запасы таких растений обычно не определяют, а только указывают занимаемые ими площади (горец птичий, дуб обыкновенный, липа сердцевидная, одуванчик лекарственный и др.).

Таким образом, ресурсоведческая характеристика для лекарственных растений может быть различной в зависимости от характеристики обследуемых территорий, занимаемых площадей и обилия видов в заросли. Для одних лекарственных растений при ресурсоведческой характеристике территории достаточно указать только места нахождения зарослей, пригодных для заготовок (береза повислая, сосна обыкновенная, ольха клейкая, горец птичий, дуб черешчатый, крапива двудомная, лопух обыкновенный, малина обыкновенная, мать-и-мачеха, одуванчик лекарственный, пастушья сумка обыкновенная, пижма обыкновенная, ромашка ромашковидная, тополь черный, хвощ полевой, чага, черемуха обыкновенная, щавель конский

и др.). Для других — необходимы количественная характеристика запасов сырья, размер промышленной заросли и т.д.

1.4. Основные понятия и термины в ресурсоведении лекарственных растений

Получение сопоставимых результатов ресурсоведческих исследований в различных регионах страны и их применение в практике возможны лишь при использовании всеми ресурсоведами единой терминологии. Поэтому в лекарственном ресурсоведении разработаны и используются следующие общепринятые понятия и термины.

Заросль — достаточно урожайная совокупность особей одного вида, произрастающих на участке, пригодном для проведения заготовки. Заросль можно определить также как достаточно урожайную популяцию хозяйственно ценного вида. Термин «заросль» считают несколько неопределенным, но именно его следует использовать при практических работах по определению запасов ЛР, когда границы сообществ не определяются.

Промысловыми зарослями называют высокоурожайные и доступные для эксплуатации заросли.

Промысловый массив — несколько близко расположенных зарослей данного вида, пригодных для организации на них заготовки.

Ключевой участок — площадь, служащая эталоном данного типа угодий или растительности по запасам сырья данного вида.

Потенциально-продуктивное угодье — совокупность зарослей или промысловых массивов данного вида на территории, где возможны организация и проведение заготовок сырья.

Товарные экземпляры — генеративные или взрослые вегетативные неповрежденные экземпляры, подлежащие сбору. В их число не входят особи, оставленные для семенного или вегетативного размножения. Если границу экземпляра определить трудно, то за учетную единицу принимают побег. При этом его делят по степени развития на группы: а — генеративные (с бутонами, цветками, плодами); б — вегетативные (листья); в — ювенильные и слаборазвитые. При изучении запасов сырья, представляе-

мого генеративными экземплярами, вегетативные и ювенильные побеги могут учитываться отдельно, так как в последующие годы эти растения могут цвести и таким образом стать объектами заготовок. То есть по ним можно условно прогнозировать возможность заготовок сырья на данных зарослях.

Биологический запас (БЗ) — это вся фитомасса сырья, которую можно заготовить на площади заросли ЛР на всех участках его произрастания без учета необходимости восстановления популяции ЛР. БЗ выражается в единицах массы (кг, т) и включает помимо товарных экземпляров растений все остальные — ювенильные (в период от прорастания до цветения), угнетенные, а также все непригодные для заготовок массивы зарослей. Это понятие близко, но не тождественно термину «запас биомассы», поскольку здесь речь идет о всей биомассе растения, в то время как в ресурсоведении имеется в виду только ее сырьевая часть.

Эксплуатационный (промысловый) запас (ЭЗ) — количество сырьевой фитомассы, получаемой от товарных экземпляров изучаемого вида на промысловых зарослях, и которое можно заготовить на площади участка заготовки ЛР, не подрывая возможности возобновления растений и регенерации популяций. Выражается ЭЗ в единицах массы (кг, т).

Товарными экземплярами считаются генеративные, взрослые вегетативные а иногда и сенильные (в период от плодоношения до отмирания), неповрежденные вредителями экземпляры.

Возможный ежегодный объем заготовок (ВЕОЗ) — это часть суммарных эксплуатационных запасов сырья, которую можно ежегодно изымать с определенной территории без ущерба для сырьевой базы. В ряде научных работ этот показатель обозначается как «реальный запас».

Оборот заготовки — ОЗ (или период очередности) — это период, включающий в себя число лет, в течение которых проводится сбор сырья (1 год) и число лет, необходимых для регенерации, восстановления, популяции после заготовки сырья. Так, если для ландыша ОЗ равен 6 годам, то это значит, что один год заготавливают, а пять лет заросль «отдыхает» и восстанавливается. Определение сроков очередности для заготовки лекар-

ственных растений является одним из важных научных направлений ресурсоведения лекарственных растений.

Урожайность или плотность запаса сырья — это количество сырьевой фитомассы, полученной с единицы площади заросли (1 м², 1 га) изучаемого лекарственного растения. Определяется в сыром весе и выражается в единицах массы на единицу площади (г/м², кг/га).

Проективное покрытие — процент площади, занятой проекцией надземных частей растения на почву в пределах учетной площадки или всей заросли. Не следует путать с процентом площади, занятой зарослью изучаемого растения в растительном сообществе или на всей исследуемой территории.

Маршрутный ход — параллельные, перпендикулярные или Х-образно перекрещивающиеся линии, пересекающие площадь, занимаемую исследуемым ЛР (устанавливаются исследователем глазомерно).

Трансект — узкая прямоугольная площадка, закладываемая вдоль маршрутного хода для подсчета численности растений или проективного покрытия. Обычно закладывают трансекты шириной 1–2 м через весь обследуемый участок. Для крупных растений (деревьев, кустарников) трансект может быть шириной до 4 м.

Учетные (пробные) площадки — участки, заложенные в пределах заросли или промыслового массива для подсчета численности проективного покрытия или урожайности изучаемого вида.

1.5. Общие требования к проведению ресурсоведческих работ

При ресурсоведческих исследованиях независимо от того, кем и на каких территориях эти работы проводились, в целях получения достоверных и соизмеримых результатов необходимо выполнять *общие требования*. Они заключаются в следующем:

1) минимальная площадь обследования должна быть не < 0,01 га (плауны) – 0,5 га (черника обыкновенная, багульник болотный, толокнянка обыкновенная, зверобой пронзенный и др.);

2) размер учетных площадок (УП) должен определяться видом сырья и величиной взрослых экземпляров изучаемых растений. Так, для травянистых растений размер площадки должен составлять 1 м^2 (рекомендуется УП площадка в форме прямоугольника); для кустарников и некоторых травянистых растений (горицвета весеннего, валерианы лекарственной, девясила высокого) — 10 м^2 ; для крупных травянистых растений — 4 м^2 ; для крупных кустарников и небольших деревьев (крушина слабительная, черемуха обыкновенная, рябина обыкновенная, виды шиповника) — 100 м^2 . В последнем случае учетные площадки часто имеют вытянутую форму размером $1 \text{ м} \times 100 \text{ м}$ или $2 \text{ м} \times 50 \text{ м}$. Возможно использование небольших учетных площадок — $0,25 \text{ м}^2$, например, при определении плотности запаса цветков ромашки зеленой. В таком случае число площадок соответственно увеличивается (в данном случае — в 4 раза). Но лучше всегда закладывать более мелкие площадки в большей повторности. Это дает большую точность при меньшей затрате труда и времени.

Оптимальным считается размер площадки, на которой произрастает не менее 5 сырьевых экземпляров исследуемого растения. Следует заметить, однако, что при закладке УП по описанному ниже способу возможно попадание в их число тех площадок, на которых вовсе не оказывается изучаемых растений (это учитывается в дальнейшем при статистических расчетах);

3) число учетных площадок должно быть достаточно большим (от 15 до 50). Чем однороднее заросль, тем меньше площадок требуется для получения достоверной информации. Количество учетных площадок зависит и от того, какое участие в фитоценозе имеет данное лекарственное растение. Чем выше участие, тем меньше надо площадок. По данным И.Л. Крыловой в зарослях ландыша майского необходимое число площадок, в зависимости от однородности и обилия заросли, может колебаться от 7 до более чем 200. Н.А. Борисова с соавт. (1982) для облегчения полевых работ предлагает в равномерных зарослях закладывать не менее 30, при рассеянном (вариабельном) произрастании растения — 50, а при неравномерном — 100 площадок. Это обеспечивает возможность уменьшения вариабельности отдель-

ных результатов (например, среднего числа растений на 1 м²) и достижения статистической достоверности при расчете запасов. В большинстве случаев при экспедиционных работах закладывают 25 учетных площадок;

4) закладка учетных площадок на массиве должна производиться так, чтобы обследование давало объективные данные (теория «случайных чисел»). Число и расстояние между ними зависит от размера площади заросли. Обычно во время экспедиционных работ внутри одной заросли учетные площадки закладывают через определенное число шагов (5–10 и более). Форма учетных площадок может быть в форме круга, квадрата или прямоугольника. Рекомендуется закладывать площадки с соотношением сторон 1:2. Размещают площадки Х-образно, параллельно или перпендикулярно направлению маршрутных ходов. На соседних ходах учетные площадки располагают в шахматном порядке (Рис. 1).

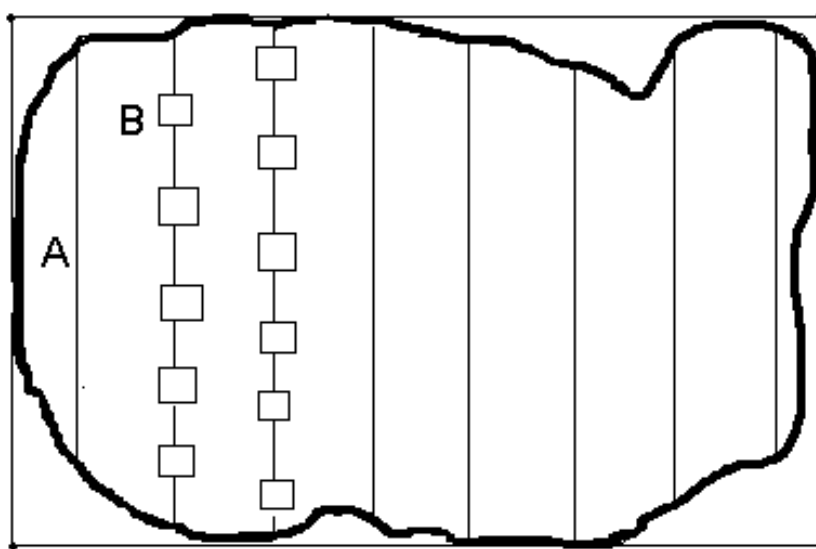


Рис. 1. Закладка маршрутных ходов (А) и учетных площадок (В) на площади заросли.

Не следует выбирать для закладки площадок наиболее типичные, на взгляд исследователя, участки. В случае, если изучаемый вид расположен на массиве неравномерно (например, в сосновом лесу пятна ландыша чередуются с пятнами брусники), целесообразно закладывать площадки через определенные интервалы, но лишь в пределах пятен, а затем, много-

кратно пересекая массив маршрутами, рассчитать процент площади, занятой пятнами изучаемого вида, от общей площади массива (см. «Способы определения площади заросли»). Если же закладывать площадки в границах пятен и учитывать плотность запаса только на них, а в дальнейшем рассчитывать запас на всю площадь заросли, то можно получить значительно завышенные результаты, не отражающие истинный запас сырья на заросли;

5) в процессе ресурсоведческих работ необходимо выбирать территории, рекомендуемые для выделения промысловых заказников, на которых и будет проводиться плановая заготовка лекарственного растительного сырья; не учитываются массивы в малодоступных для эксплуатации местах; в процессе ресурсоведческих работ необходимо подобрать территории, рекомендуемые для выделения промысловых заказников, на которых и будет проводиться плановая заготовка ЛРС;

6) все данные, полученные во время ресурсоведческих работ, должны статистически обработаны. Необходимая точность количественной оценки запасов должна составлять 10–15%;

7) определять запасы следует по единой, принятой в данной отрасли, методике. Недопустимо субъективное определение запасов, без предварительных подсчетов, взвешиваний и измерений.

1.6. Основные этапы ресурсоведческих исследований

Собственно *ресурсоведческие исследования лекарственных растений* при практическом решении задач (как частный раздел ботанического ресурсоведения) проходят в три этапа — подготовительный, экспедиционный и камеральный, в основе реализации которых лежат те же методы и приемы, что используются в ботаническом ресурсоведении, организации и проведение которых мы рассмотрим ниже.

Подготовительный этап

В ходе подготовительного этапа ресурсоведческих работ прежде всего определяют *задачи* проводимого исследования. Чаще всего, это оценка запасов лекарственного растительного сырья (ЛРС) на данной территории

и определение объема возможных ежегодных заготовок. В задачи исследований могут входить также инвентаризация или уточнение данных о наличии зарослей сырьевых растений и оценка их продуктивности, уточнение флористического списка лекарственных растений, мест их обитания и экологической приуроченности, характера фитоценозов.

Собираются все необходимые данные для установления ценоареала лекарственных растений, *экологоценотической характеристики* конкретных изучаемых объектов — типы фитоценоза (лес, луг, болото и т.п.), в которых встречаются или господствуют изучаемые лекарственные растения.

Устанавливаются наиболее благоприятные для них экологические условия (местообитания) и практикуемые в обследуемом районе *объемы ежегодных заготовок*.

При фронтальном, скрининговом обследовании района (региона, области) составляется *флористический список* лекарственных растений, произрастающих на данной площади.

Решая эту задачу, в первую очередь выявляют группы остродефицитных растений (алтей лекарственный, бессмертник песчаный, диоскорея nipponская, лапчатка прямостоячая и др.), а также менее дефицитные, но по которым нет достаточных сведений об их запасах (аир болотный, виды боярышника, бузина черная и др.) или заготовка которых является трудоемкой (виды березы, малина обыкновенная и др.). Интерес могут вызывать также новые и перспективные лекарственные растения, сырье которых находится на стадии внедрения (утверждение нормативной документации, клинические испытания).

Для проведения всех этих работ следует обратиться к литературным и картографическим источникам. Такими источниками могут служить материалы геоботанических и флористических обследований, таксационные лесоустроительные материалы, в которых имеются карты растительности с пояснительными текстами к ним. Можно также пользоваться землеустроительными материалами. Сведения о размещении лекарственных растений могут быть получены из различных федеральных и региональных геоботанических сводок растений и др.

Составленный список лекарственных растений обследуемого региона уточняется на основе гербарных материалов (гербарий БИН АН РФ, ГБС АН РФ, университетов, сельскохозяйственных институтов, заповедников, ботанических садов АН РФ). Следует так же обратиться в отделение Всероссийского общества охраны природы, краеведческий музей. Список и данные по заготовкам ЛР (за последние 5 лет) берутся из материалов организаций, осуществляющих заготовку лекарственных растений в данном регионе.

На основании данных исследований составляется предварительный первичный флористический список лекарственных растений в регионе, а также выясняются объемы заготовок изучаемых видов сырья. Однако следует помнить, что окончательный вариант флористического списка изучаемого региона может быть получен лишь в результате экспедиционного обследования, так как полученные в процессе подготовительного этапа данные обычно имеют давность более 5 лет — срок, в течение которого они устаревают. На этом этапе также следует подготовить необходимый картографический материал для выбора участков обследования и составления рабочих маршрутов ресурсоведческой экспедиции. Для этого могут применяться геоботанические карты. В зависимости от целевого назначения и принципов построения они делятся на универсальные и специализированные. Универсальные карты показывают распределение естественных единиц растительного покрова, сложившихся в процессе его исторического развития, коренных растительных сообществ, например еловых лесов, ковыльных степей и т.д. На универсальных картах отражаются также все те изменения, которым подверглась растительность под влиянием деятельности человека, кратковременно- и длительно-производные сообщества, например берёзовые леса на месте ельников, сельскохозяйственные земли на месте ковыльных степей. Универсальные карты в зависимости от масштаба подразделяются на детальные крупномасштабные (1:5000–1:25000), обобщённые крупномасштабные (1:50000–1:200000), среднемасштабные (1:300000–1:1000000), мелкомасштабные формационные (1:1500000–1:4000000), мелкомасштабные обзорные (1:5000000 и мельче).

Специализированные *геоботанические* карты — кормовые, лесные, планы насаждений с указанием типов леса можно использовать в ресурсо-ведческих работах лишь тогда, когда изучаемые виды являются эдификаторами, доминантами или, в крайнем случае, субдоминантами. Это связано с тем, что даже подробные геоботанические карты дают мало ресурсо-ведческой информации, так как, по мнению некоторых авторов, большинство лекарственных растений (в наибольшей степени это характерно для горных районов) привязано не к фитоценозам, а к экологическим факторам (Мальцев, 1990).

В системе Министерства лесного хозяйства используют различные картографические материалы. Их подробная характеристика приводится в таксационных описаниях (ТО) и сводных таблицах распределения насаждений по типам леса, полнотам и классам возраста древостоев, с которыми при подготовке к экспедиции можно познакомиться в лесхозах и лесничествах. В практической работе ресурсоведа чаще всего используются следующие планы (карты):

1) схемы лесхозов (1:100000–1:200000). На них нанесены квартальная сеть и схематизированное изображение лесов с раскраской по преобладающим породам (рис 1);

2) планы лесонасаждений — это лесоустроительные материалы, которые дают картографическое изображение лесов по лесничествам. Обычно каждое лесничество и лесхозы, в состав которых они входят, располагают такими планами или их копиями. Масштаб этих планов от 1:10000 до 1:100000. На плане показаны границы и приведены номера кварталов леса. Внутри каждого квартала указаны выделы леса по преобладающей породе, которые показаны на плане при помощи цветового фона. Здесь также указаны вырубки, гари, сенокосы, болота, дороги, реки, отчуждаемые земли и т.д. Все подробные характеристики лесонасаждений, верхнего, среднего ярусов и травянистого покрова приводятся в специальных таксационных описаниях.

Планы лесхозов и лесничеств составляются при лесоустроительных работах, во время которых лесоустроители в обязательном порядке проводят надлежащий учет лекарственных и других полезных растений леса, что

служит задачам рационального использования лесных ресурсов. На этих планах можно также найти данные о географическом положении лесхоза или леспромхоза, рельефе, климате, площадях, занимаемых определенным типом леса и т.д. Здесь же имеются элементы картографической основы: реки, дороги, населенные пункты и т.д. Планы вместе с таксационными описаниями дают достаточно информации для определения характерных мест обитания изучаемых растений и расположения их зарослей, для разработки маршрутов ресурсоведческого обследования. Они удобны для работы во время ресурсоведческих экспедиций и могут быть использованы для картирования запасов лекарственных растений в отдельных районах.

Следует заметить, что единицей классификации при лесоустроительных работах служит таксон — «тип леса»: горно-елово-пихтовый, лиственничный, ивово-тополевый с папоротником, каменно-березовый, сосняк брусничный и т.п.

Таксон «тип леса» — единица крупнее, чем ассоциация, и она приближается по своему объему к таксону «группа ассоциаций».

Материалы землеустройства охватывают территории безлесных районов (тундр, степей, полупустынь и т.д.) с развитым пастбищным хозяйством, а в пределах лесной зоны — территории отдельных колхозов, совхозов и т.п. В отличие от лесных картографических материалов они не стандартизированы и варьируют по зонам и степени хозяйственного освоения земель. Однако землеустроительные карты могут быть также использованы как для составления рабочих маршрутов, так и для определения площадей массивов лекарственных растений. Масштаб землеустроительных карт (планов) от 1:25000 до 1:100000 — для отдельных землепользований и от 1:100000 до 1:500000 — для районов и областей.

В качестве вспомогательных могут быть использованы карты почв, торфяных ресурсов, а также специальные карты, например, с указанием районов, неблагоприятных в экологическом отношении из-за развитой промышленности и другой хозяйственной деятельности. Антропогенная нагрузка на обследуемой территории имеет определяющее значение при формировании зарослей для целого ряда растений. Так, известны растения,

устойчивые к выпасу (горец птичий); для других важно наличие чистой воды, высота над уровнем моря и т.д.

Получение экспресс-информации о состоянии растительности возможно также с использованием аэрофотографических съемок (в том числе с орбитальных спутников), которые позволяют различать учетные площади и многие таксационные показатели лесов, а также экологические условия. Это так называемый метод дистанционной индикации продуктивности растительности, с которой тесно связаны проективное покрытие и густота растительных сообществ (Виноградов, 1970).

В ходе подготовительного этапа необходимо *составить маршруты ресурсоведческой экспедиции*. При составлении рабочих маршрутов надо иметь четкое представление о местообитании изучаемого вида, возможной плотности запаса и его распространенности на обследуемой территории.

На этом этапе подготовительных работ решают две задачи, от которых зависит успех всех ресурсоведческих работ:

- выявление в исследуемом районе продуктивных для изучаемого растения фитоценозов;
- составление общего и рабочих маршрутов экспедиции, установление очередности изучения массивов лекарственных растений.

Чтобы при поисках зарослей тех или иных растений не действовать путем «прочесывания» обследуемой территории, при составлении маршрутов экспедиции необходимо использовать крупномасштабные карты и таксационные описания, по которым выбираются потенциально продуктивные по запасам ЛР ассоциации. Лучше всего познакомиться с таксационными материалами (картами и описаниями) еще до начала экспедиции. Их можно получить в Департаменте лесного хозяйства или Минлесхозе (федеративном, республиканском).

В ходе подготовки к экспедиционным ресурсным исследованиям, анализируя таксационные описания выделов, можно выявить приуроченность ЛР к определенным типам леса. При этом важно правильно выбрать тип леса или другие типы растительных сообществ, где могут быть искомые растения.

Для выявления приуроченности некоторых видов лекарственных растений к определенным типам леса может быть достаточно анализа таксационных материалов. Это допустимо, например, по отношению к бруснике обыкновенной, чернике обыкновенной, толокнянке обыкновенной, багульнику болотному, крушине ольховидной, ландышу майскому и др. Для других же видов в процессе экспедиционных работ эти полученные данные уточняются при рекогносцировочном маршрутном обследовании в начале работы экспедиции с посещением всех типов леса и во всех различных условиях местообитания.

В результате проведенных работ составляются таблицы потенциально продуктивных типов леса, характерных для обследуемой территории (Табл. 1).

Таблица 1

Потенциально продуктивные типы леса для Башкортостана

Шифр типа леса	Тип леса	Состав коренного древостоя	Эдафотоп	Бонитет	Лекарственные растения
A ₂ -C	Сосновый бор, свежий	Сосна обыкновенная	A ₂	3–5	Брусника обыкновенная, шиповник майский

Затем по таксационным описаниям насаждений составляется первичная сводка потенциально продуктивных выделов. В таксационных описаниях выделов леса первым называется то растение, которое является доминирующим в подлеске данного выдела. Эти выделы составляют первичную группу и выбираются при составлении таблицы (Табл. 2).

Таблица 2

Первичная сводка потенциально продуктивных выделов

с участием *Frangula alnus* L.

(квартал №34, эдафотоп СЗ, тип леса — влажная липовая сурамень)

№ выдела	Площадь выдела, га	Состав Древостоя	Полнота	Возраст, лет	Бонитет
2	5,7	70с3Б	0,8	50	2
6	3,0	8Б20с	0,8	50	2

Обычно количество отобранных выделов (это — *первичные* группы) по типу леса, эдафотопу, преобладающей породе, возрасту и др. бывает большим, и их посещение во время экспедиций не всегда возможно. В таком случае проводится отбор выделов, предназначенных для определения в них плотности запаса данного растения — районированная выборка. Осуществляется отбор это методом математической статистики — «рас- слоенным случайным выбором». Обычно эта выборка составляет 10–15 % от исходного числа выделов по каждой *первичной* группе.

В конечном итоге для ресурсоведческого обследования отбираются выделы практически доступные, находящиеся вблизи дорог и соответствующие всем характерным для данного растения экологическим и фито- ценотическим факторам.

Чем больше число групп, выбранных из таксационных описаний, тем точнее выборка площадей для обследования и точнее маршруты полевых работ. Следует также отметить, что из всех выбранных экотипов наибольшая ресурсная продуктивность будет у тех, которые наиболее полно соответствуют биологическим особенностям изучаемого вида.

Таким образом, использование планов лесонасаждений и таксацион- ных описаний с районированным отбором позволяет исключать элемент случайности при составлении маршрутов ресурсоведческого обследования и обеспечивает достоверность получаемых результатов.

Далее в процессе подготовки к проведению экспедиционных ресур- соведческих работ производятся *выкопировки* лесоустроительных или зем- леустроительных карт (планов) и заштриховываются на них отобранные для посещения выделы, указываются маршруты. В дальнейшем эти выко- пировки используются для составления карт участков заготовки и запасов сырья. При определении выделов для обследования берут различные по экологическим факторам и лесоустроительным характеристикам, что поз- воляет более объективно провести изучение ресурсов (запасов ЛР).

После подготовки всех указанных выше материалов составляется *общий маршрут экспедиции*, для чего используют административную кар- ту региона мелкого или среднего масштаба. Как уже указывалось, при

нанесении маршрута на карту учитывается размещение транспортных путей и их качество, наличие в доступных для посещения местах крупных зарослей лекарственных растений.

Устанавливаются сроки, отведенные для работы в каждой обследуемой части района (области, региона). Выделяются пункты, где в назначенные сроки будут собираться отдельные отряды экспедиции. Затем составляются *частные рабочие маршруты* для каждой определенной базовой точки (лагеря).

Рабочие маршруты составляются таким образом, чтобы были посещены все отличающиеся своими особенностями геоботанические подразделения обследуемой территории. Затем проводят выделение единиц обследования: геоботанические подрайоны, территории лесничеств, ландшафтные геоботанические единицы и т.д. Маршрут составляется так, чтобы он пересекал все выделенные для обследования территории. Устанавливается также последовательность посещения участков. Для составления маршрутов используют средне- и крупномасштабные карты растительности, лесо- и землеустроительные карты (планы). Определяются не только радиальные, но и «петельные» маршруты, чтобы возвращение на базу не проходило прежним путем. Число и направление рабочих маршрутов определяются расположением выбранных на основе анализа картографических и архивных материалов потенциально продуктивных участков заготовки ЛР. Кроме того, рабочие маршруты уточняются и дополняются на местах в результате собеседований с работниками ЦРА, лесхозов, заготовконтор. Адреса этих организаций узнаются до экспедиции.

Численность и состав экспедиции зависят от задач и условий проведения ресурсоведческих работ. Обычно в состав экспедиции входят начальник — доктор или кандидат биологических или фармацевтических наук; старшие и младшие научные сотрудники (преподаватели института) — 1–2 человека; коллекторы, лаборанты, рабочие — 4–6 человек и шофер. Если работа проводится по хоздоговору между вузом и заготовительной организацией, то начальником экспедиции проводится вся подготовительная ра-

бота по организации экспедиции, в том числе решение финансовых вопросов, инструктаж членов экспедиции.

Одновременно планируются *сроки* и *продолжительность* экспедиционных работ. Обычно они зависят от предполагаемой оптимальной сырьевой продуктивности изучаемых видов лекарственных растений, определяемой периодом вегетации и ее наступлением в данном районе, и объема поставленных перед ресурсоведческой экспедицией задач.

Экспедиционный этап

Этот этап состоит в проведении экспедиции. Цель его — проведение разведывательных (предварительных) выходов для уточнения некоторых данных таксационных материалов (см. выше) и флористического списка лекарственных растений, установление на местности местонахождения зарослей (и их границ), пригодных для заготовок (местных, промышленных).

Выявленные в ходе разведывательных выходов заросли и массивы наносятся на подготовленные выкопировки (например, выделов или кварталов) с использованием условных значков и обозначений, которые должны соответствовать инвентаризационным ведомостям, составленным в дальнейшем для каждого конкретного растения. Эти выкопировки сравнивают с подготовленными до экспедиции выкопировками и описаниями и на основании этого уточняются маршруты исследований.

Основная задача экспедиционного обследования — это определение площади зарослей и урожайности запаса изучаемых растений. Полученные данные затем используют при камеральной обработке для определения эксплуатационных запасов и возможного ежегодного объема заготовок.

При полевых экспедиционных исследованиях обязательно ведется документация в виде полевого дневника. В него ежедневно заносятся записи о маршрутах, местоположении массивов лекарственных растений, зарослей и ключевых участков, на которых проводились исследования, характер растительности (фитоценозов), уточненный список лекарственных, редких и охраняемых растений.

По каждому растению и каждой заросли в полевой дневник заносятся следующие данные:

- а) площадь заросли;
- б) масса товарного сырья, собранного с учетной площадки;
- в) число растений на одной учетной площадке;
- г) масса модельных экземпляров растений — их число должно быть достаточным для получения достоверных результатов;
- д) процент проективного покрытия данного растения на учетной площадке;
- е) масса сырья с учетной площадки, на которой определялся процент покрытия, или с одной ячейки сетки, равной 1 дм².

Следует отметить, что данные, указанные в пунктах б, в, г, д, е, являются в зависимости от используемого метода определения урожайности.

Все обследованные заросли отмечаются под номерами, которые должны совпадать с номерами в таблицах (ведомостях) по определению площадей зарослей и урожайности. Это очень важно для дальнейших расчетов запасов и составления отчетных документов. Приводим пример таблицы, оформляемой во время экспедиции по материалам полевых дневников (Табл. 3).

Таблица 3

Ведомость обследованных зарослей... (лекарственных растений)

№ заросли	Географическое положение, расстояние от населенного пункта, ориентиры	Эколого-фитоценологические условия	Площадь заросли, Га	№ учетной площадки	В зависимости от метода определения урожайности:			
					Число экземпляров на 1м ²	Масса модельного экземпляра (сырой вес), г	% проективн. покрытие	Масса сырья с учетной площадки, г
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Камеральный этап

После завершения экспедиционных работ материалы экспедиции подвергаются камеральной обработке. При этом рассчитываются: плотность запаса, эксплуатационный запас, величина возможных ежегодных заготовок. В случае необходимости определяется выход воздушно-сухого сырья. Для этого образцы собираются с площадок из различных фитоценозов и мест произрастания, высушиваются до воздушно-сухого состояния (во время экспедиции), досушиваются в лабораторных условиях до определенных ФС норм и взвешиваются.

Во время камеральной обработки данных, полученных во время экспедиции, также составляется уточненный флористический (инвентарный) список лекарственных растений обследованного района (Табл. 4.). Рассматривается возможность отнесения его к одной из групп в зависимости от сырьевой базы в обследованном районе.

Таблица 4

Инвентарный флористический список лекарственных растений Зианчуринского района Республики Башкортостан

№ Пп	Наименование лекарственного растения	Местонахождение заросли	Экологическая приуроченность	Характер заросли, Группа
1.	Душица обыкновенная	Окрестности п. Александровка, в 1,5 км справа от проселочной дороги	Безлесый склон восточной экспозиции	Небольшая чистая заросль 400 м ² , гр. 3
2.	Аир болотный	п. Мурзино, у въезда в поселок со стороны карьера	Заболоченный берег реки	Небольшая чистая заросль, 50 м ² , гр 3
3.	Земляника лесная	п. Сергеевка, р. Южанка, склоны сопки	В подлеске смешанного леса	Отдельные экземпляры, гр. 4

Основной задачей камеральной работы является осуществление подсчета эксплуатационного запаса сырья и возможных объемов его ежегод-

ных заготовок. Для этого используются статистические методы анализа, основа которых изложена в действующей Государственной Фармакопее.

Статистический анализ — камеральная обработка экспедиционных данных по определению ресурсов с использованием статистических методов. Полученные таким образом результаты при допустимой ошибке среднего арифметического не $> 10\text{--}15\%$ являются статистически достоверными. Здесь следует сказать о том, что оценка запаса с достаточно узким доверительным интервалом при значительной вариабельности исходного материала (число растений на 1 м^2 , масса одного растения и т.д.) предъявляет особые требования к точности учета, что и достигается использованием статистических методов.

Вопросы для самоподготовки

1. Ботаническое ресурсоведение и ресурсоведение лекарственных растений, основные цели и объекты.
2. Задачи ресурсоведения.
3. Основные термины в ресурсоведении и их определения.
4. Общие требования к проведению ресурсоведческих исследований.
5. Этапы ресурсоведческих исследований.
6. Характеристика подготовительного этапа.
7. Характеристика экспедиционного этапа.
8. Характеристика камерального этапа.

Глава 2.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАПАСОВ ЛЕКАРСТВЕННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Определение величины запасов (ВЗ) лекарственного растительного сырья складывается из решения двух задач:

- 1) определение площади, занятой растительным сообществом с участием изучаемого вида, т.е. определение величины *площади заросли* (S);
- 2) определение запаса сырья изучаемого вида на единицу площади (обычно на 1 м²), т. е. урожайности или плотности запаса (ПЗ). Определение урожайности осуществляется во время экспедиционных и камеральных этапов ресурсоведческих работ, о чем речь пойдет ниже.

Величина запаса, таким образом, является прозводным этих величин, т.е.
 $VZ = S \cdot ПЗ$ (1).

2.1. Определения площади заросли

Определение площади заросли производится при экспедиционном ресурсном обследовании различными способами.

Выбор способа определения площади заросли зависит от ряда факторов.

Первым, и главным, является характер заросли изучаемого вида. При более или менее плотной заросли с высоким обилием изучаемого растения и хорошо выраженными границами очертания заросли приравнивают к какой-либо геометрической фигуре (чаще — прямоугольнику или квадрату) и измеряют ее площадь известным математическим методом (Рис. 2.).

Размеры визуальной фигуры площади определяются с помощью рулетки, шагомера, а на больших зарослях — по спидометру автомашины. В этой работе хорошую помощь могут оказать таксационные планы лесонасаждений, на которых указаны выделы и их площади — к этим выделам могут быть «привязаны» изучаемые массивы лекарственных растений.

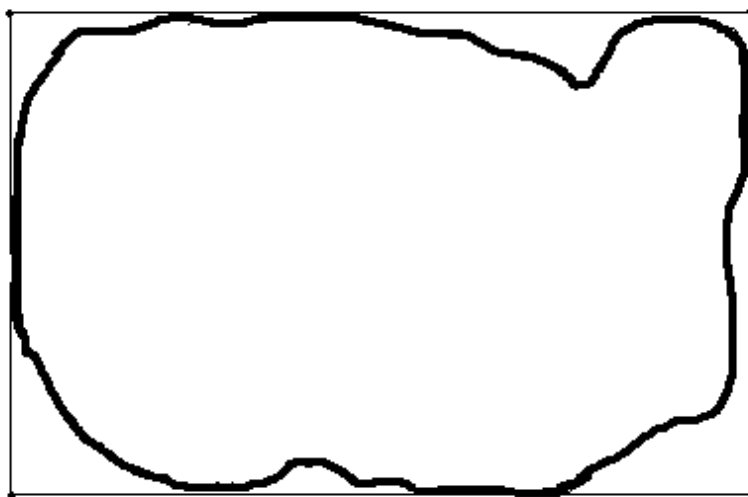


Рис. 2. Сопоставление границ заросли (или массива) с геометрической фигурой — прямоугольником.

Размеры визуальной фигуры площади определяются с помощью рулетки, шагомера, а на больших зарослях — по спидометру автомашины. В этой работе хорошую помощь могут оказать таксационные планы лесонасаждений, на которых указаны выделы и их площади — к этим выделам могут быть «привязаны» изучаемые массивы лекарственных растений.

В тех случаях, когда на однородном участке, в рамках одного фитоценоза (лес, болото, луг, кустарниковая степь на склоне горы и т.д.) изучаемое растение не образует равномерной заросли, а произрастает отдельными пятнами, составляющими при глазомерном наблюдении ресурсоведа менее 50%, поступают по-другому. Вначале рассчитывают площадь всего участка так, как описано выше, а затем вычисляют процент, занятый всеми пятнами данного вида.

Практически это осуществляется следующим образом. Участок пересекают маршрутными ходами, проложенными через 10, 15, 20, 50, 100, 200 м (в зависимости от величины площади) — не менее 20 ходов. Лучше, если они будут пересекать площадь крест на крест. Затем в пределах маршрутного хода отмечают количество шагов, занятых нужным сообществом (пятном). Обычно по маршрутному ходу идут два работника экспедиции. Один считает количество шагов по всему ходу, а другой — число шагов, пройденных по пятнам. Затем число шагов по пятнам всех ходов

суммируют и относят их (в %) к длине всех ходов, также определенных шагами. С использованием полученного процента и определяется фактическая площадь заросли изучаемого растения на участке.

В тех случаях, когда на однородном участке, в рамках одного фитоценоза (лес, болото, луг, кустарниковая степь на склоне горы и т.д.) изучаемое растение не образует равномерной заросли, а произрастает отдельными пятнами, составляющими при глазомерном наблюдении ресурсоведа менее 50%, поступают по иному.

Вначале рассчитывают площадь всего участка так, как описано выше, а затем вычисляют процент, занятый всеми пятнами данного вида. Проводится это следующим образом. Участок пересекают маршрутными ходами, проложенными через 10, 15 или 20 м. Затем исследователь, проходя по этим ходам, подсчитывает количество шагов, пройденных по пятнам. Обычно по маршрутном ходу идут два работника экспедиции. Один считает количество шагов по всему ходу, а другой — число шагов, пройденных по пятнам. Затем число шагов по пятнам всех ходов суммируют и относят их (в %) к длине всех ходов, также определенных шагами. С использованием полученного процента и определяется фактическая площадь заросли изучаемого растения на участке. И в дальнейшем все данные по запасам рассчитываются именно на эту площадь.

При определении запасов методом ключевых участков приходится устанавливать площади, занятые изучаемым фитоценозом в пределах регионов и областей. Это проводится при камеральных работах с использованием карт. Площадь на картах может определяться различными способами.

Простейшим является определение площади выделенного на карте контура с помощью палетки. Палетка — это прозрачная пленка с нанесенными на ней клетками определенного масштаба. Палетка накладывается на контур, а затем подсчитывается число входящих в него квадратов. Часть площади контура, поскольку он всегда представляет неправильную фигуру, занимает неполные клетки палетки. При определении площади в систему расчета включаются только те участки, которые составляют полови-

ну или большую часть квадратов. Этот способ недостаточно точен и применим к картам мелкого масштаба (от 1:200000 до 1:1000000).

Более сложным и сравнительно точным способом является определение площади с использованием прибора — планиметра, это специальный математический прибор для измерения площадей, ограниченных замкнутой кривой. Этот способ позволяет определять площадь в любых единицах с точностью до 0,25%, если площадь на карте не менее 6,5–25,8 см². Правила пользования планиметром описаны в специальной литературе.

Существуют и другие, более доступные способы. Например, определение площади с помощью миллиметровой бумаги, на которую переносится контур, нанесенный на копировальную бумагу и т.д.

2.2. Методы определения запасов лекарственного растительного сырья

В зависимости от целей работ и наличия картографических материалов, а также от эколого-ценотических особенностей изучаемых растений определение запасов ведется одним из следующих методов:

- определение запасов *на конкретных зарослях* (или промысловых массивах);
- определение запасов *на ключевых участках* с последующей экстраполяцией на всю площадь аналогичных угодий в пределах данного района или области.

Оба эти метода описаны в «Методике определения запасов лекарственных растений» (М., 1986), которые практически используют все отечественные специалисты, занимающиеся изучением ресурсов лекарственных растений.

Метод определения величины запаса на конкретных зарослях

Этот метод используется при отсутствии необходимых картографических лесо- и землеустроительных материалов; для организации заготовок в пределах конкретного района (особенно, если заготовка проводится бригадным способом); при определении запасов редких растений, а также растений, сильно меняющих свое обилие в разные годы, или тех, для кото-

рых не удалось по картографическим материалам выявить приуроченности к определенным типам угодий. Оценку запасов ЛРС указанным методом проводят непосредственно на выявленных зарослях или промысловых массивах в обследуемом районе, и полученные результаты суммируют для этого района.

Данный метод позволяет получить достоверные результаты, которые, однако, быстро устаревают. Происходит это из-за того, что выявленные заросли могут быть подвергнуты антропологическому воздействию или сильно истощены неправильными заготовками и т.д. Поэтому определение запасов таким методом необходимо периодически повторять на этих же территориях не реже одного раза в пять – десять лет. Кроме того, этот метод не позволяет выявить все имеющиеся запасы в исследуемом районе, то есть результаты получаются заниженными.

Метод определения запасов на ключевых участках

Данный метод используется для долгосрочного планирования возможного объема заготовок в районе или области. В связи с этим данные ресурсоведческих исследований, полученные *методом определения запасов на конкретных зарослях*, обычно не используются. Ключевые участки — это площади для исследований, расположенные в пределах распространения изучаемого растения и соответствующие его приуроченности к определенному типу растительного сообщества. При использовании указанного метода во время экспедиции проводят выборочное обследование участков продуктивных ассоциаций ценокомплекса, включающего изучаемое растение (ключевых участков). Затем полученные количественные характеристики экстраполируют (переносят) на территории (области, регионы), занятые данным типом растительности.

Оценка запасов методом ключевых участков дает менее точные, но более полные и стабильные данные. Этот метод позволяет прогнозировать запасы сырья для территории целых административных или природно-климатических единиц, планирование ежегодных объемов заготовок; однако он менее применим для практической организации заготовок. Резуль-

таты определения запасов этим методом устаревают медленно, в прямой пропорциональности от размера обследованной территории.

Метод особенно хорош для растений, имеющих четкую принадлежность к определенным типам растительности или сельскохозяйственных угодий, а также для растений, господствующих в травяном покрове и мало меняющих свою сырьевую продуктивность (например, для ягодников).

Работа на ключевых участках дает интересный материал по ресурсной характеристике вида, так как заставляет исследователя уточнять эколого-ценотическую приуроченность растения и позволяет выявить зависимость обилия вида и запаса сырья от факторов окружающей среды (экспозиция склонов, характер увлажнения и т.д.).

Однако этот способ неприменим при определении запасов на небольших территориях, например, в пределах района или лесхоза, а также при отсутствии материалов, позволяющих установить площадь интересующих угодий, тип леса и т.д.

Таким образом, для использования данного метода необходимы следующие условия:

1) четкая приуроченность растений к растительным сообществам или типу почвы, рельефу и т.д. К таким растениям, например, относятся аралия манчжурская, брусника обыкновенная, родиола розовая и др.;

2) наличие крупномасштабных карт или планов (лесхозов, лесничеств) с выделенными на них типами растительности или рельефа, к которым приурочены изучаемые растения;

3) хорошая информированность о растительности изучаемого района; фитоценозах, включающих изучаемые растения; типе леса. Важно также иметь данные об освещенности, характере древостоя, уровне освещенности и т.д., так как от этого часто зависит урожайность вида. Например, известно, что урожайность ягод черники и развитие ее вегетативных органов увеличиваются в условиях хорошей освещенности (на вырубках, открытых местах).

Ключевые участки (КУ) выбирают с учетом приуроченности растения к определенному растительному сообществу. Недопустимо заклады-

вать ключевые участки специально в местах, где располагаются четко выраженные заросли данного растения, так как при этом будут получены завышенные результаты. КУ должны быть расположены в характерных для изучаемого растения типах растительных сообществ и включать различные типы рельефа, вырубки, гари, просеки и т.п. Поэтому они закладываются по определенной системе — по картам, планам лесонасаждений, где указаны типы растительности, и кварталам (например, каждый третий или пятый выдел квартала с исследуемым типом леса). Определенные таким образом ключевые участки затем уточняются на местности во время экспедиции.

На обследуемой территории должно быть заложено несколько ключевых участков. КУ должно быть охвачено не менее 10% потенциально продуктивных угодий (типичных для данного растения растительных сообществ), на которых изучаемый вид может образовывать промысловые массивы. Так, в условиях о. Сахалина угодья брусники обыкновенной располагаются на площадях, занятых кедровым стланником (сосной кедровой), разреженными лиственничными или смешанными елово-березовыми лесами, а также на гольцах, где образует «ковры».

Размеры ключевых участков зависят от степени однородности растительного покрова. Чем более выражена неоднородность, тем большую площадь должен занимать КУ — от одного до нескольких квадратных километров (км²). При неравномерном размещении растения на ключевом участке определяют процент занимаемой им площади на КУ (см. «Способы определения площади заросли»).

Число ключевых участков должно быть достаточным для получения достоверных данных по характеру размещения и урожайности расположенных на них зарослей.

2.3. Методы определения урожайности

Урожайность можно определять тремя методами:

- 1) методом учетных площадок;
- 2) методом модельных экземпляров;
- 3) методом проективного покрытия.

Метод учетных площадок

Это самый распространенный и достаточно простой в выполнении, хотя и требующий значительных временных затрат, метод. К недостаткам его следует отнести и то, что полученные данные не могут быть использованы при определении запасов на другом массиве. Этот метод является наиболее точным из всех указанных выше, так как при подсчете урожайности не требуется дополнительных расчетов, которые могут снижать уровень точности исследования.

Применяют метод учетных площадок при установлении урожайности некрупных травянистых растений и кустарничков, тех, у которых в качестве сырья используются надземные части (ландыш майский, толокнянка обыкновенная и многие другие).

По этому методу в пределах заросли закладывают учетные площадки, с которых собирают все сырье и сразу же его взвешивают. Определение веса сырья с площадки надо проводить сразу после срезания или выкапывания. Большая точность взвешивания здесь не слишком нужна. Так, если вес сырья с площадки составляет 100–200 г, то достаточной точностью будет отклонение в 1–5 г, т.е. не более 5%. При сборе сырья берут только вполне развившиеся, взрослые, неповрежденные растения.

Результаты установления веса сырого сырья записывают по каждой площадке отдельно. В дальнейшем при камеральной обработке вычисляют среднее арифметическое со средним квадратичным отклонением $a = (\bar{y} \pm E_{\alpha})$ (2). Относительная ошибка опыта при этом методе не должна быть больше 15% ($E_{\text{отн.}}$ не более 15%). Чем больше заложено площадок, тем меньше относительная ошибка. Желательно уже в полевых условиях установить, достаточно ли взято площадок. Для этого сравнивают минимальный и максимальный вес сырья с одной площадки. Если разница между фитомассой не более чем 5–7-кратная, то можно ограничиться выбранным числом площадок.

В дальнейшем же, при камеральной обработке, производят исключение максимальных и минимальных значений измерений (веса сырьевой фитомассы с одной учетной площадки) при большом разбросе их значений

путем использования методики *исключения выпадающих значений* согласно требованиям действующей Фармакопее, которая приводится ниже.

Примем следующие условия:

а) n — число измерений (определений фитомассы на учетных площадках);

б) $y_1, y_2, y_3 \dots y_n$ — результаты определения сырой фитомассы с одной учетной площадки;

в) τ — критерий исключения выпадающих значений. Этот критерий приводится в таблице 5.

Таблица 5

**Критические значения τ' и τ''
для исключения выпадающих результатов**

N	T	n	T	N	τ
4	0,955	13	0,410	22	0,320
5	0,807	14	0,395	23	0,314
6	0,689	15	0,381	24	0,309
7	0,610	16	0,369	25	0,304
8	0,554	17	0,359	26	0,299
9	0,512	18	0,349	27	0,295
10	0,477	19	0,341	28	0,291
11	0,450	20	0,334	29	0,287
12	0,428	21	0,327	30	0,283

г) критерий τ' — величина, определяющая возможность выпадения наибольшего результата измерения (y_n);

д) τ'' — величина, определяющая возможность выпадения наименьшего результата (y_1).

Значения измерений y_n и y_1 следует отбросить, если значение критериев τ' и τ'' будет больше, чем величина критерия τ , найденная в таблице 4.

Расчет критериев τ' и τ'' проводится по следующим формулам:

$$\tau' = \frac{y_n - y_{n-1}}{y_n - y_2} \quad (3);$$

$$\tau'' = \frac{y_2 - y_1}{y_{n-1} - y_1} \quad (4).$$

Пример: в результате определения веса корневищ с одной учетной площадки были получены значения «у», которые расположим в порядке возрастания: 0,760; 0,905; 0,925; 0,940; 0,965 и 0,995.

Рассчитаем значение τ' :

$$\tau' = \frac{0,995 - 0,965}{0,995 - 0,905} = \frac{0,30}{0,90} = 0,333$$

Рассчитаем значение τ'' :

$$\tau'' = \frac{0,905 - 0,760}{0,965 - 0,760} = \frac{0,145}{0,205}$$

Сравним полученные значения τ' и τ'' со значением τ , взятым из таблицы 4 при количестве измерений $n = 6$. Получаем $\tau = 0,689$.

Таким образом $\tau' < \tau$ и, следовательно, величину y_n (0,995) можно оставить для дальнейших расчетов, а y_1 (0,760) следует исключить.

Такие расчеты выпадающих значений измерений (max-min) производят при любых методах определения урожайности сырья.

Также если при исследовании были обнаружены учетные площадки, на которых не встречались исследуемые растительные объекты и в полевом дневнике записан напротив номера учетной площадки — 0, то необходимо отбросить данное значение и вместе с ним самое большое значение.

Получив во время полевых работ данные по величине сырой фитомассы изучаемого растения с необходимого числа учетных площадок, во время камеральной обработки рассчитывают урожайность с использованием метода статистического анализа.

При этом используют следующие обозначения:

a — урожайность;

n — число (или номер) учетных площадок;

y — сырой вес сырья с каждой учетной площадки;

\hat{y} — среднее арифметическое значение веса сырья с каждой площадки;

$(y - \hat{y})$ — дисперсия, или стандартное отклонение отдельного результата от среднего арифметического;

S — стандартное отклонение;

$S_{\hat{y}}$ — стандартное отклонение среднего результата;

E_{α} — среднее квадратичное отклонение;

$E_{\text{отн.}}$ — относительная ошибка (относительная погрешность среднего результата);

f — число степеней свободы (равно $n - 1$);

t — критерий Стьюдента;

P — доверительный уровень (доверительная вероятность).

Для дальнейшего расчета объема запаса необходимо найти интервальное значение величины урожайности на данной заросли (a), которое определяется выражением:

$$a = \hat{y} \pm E_{\alpha} \quad (2).$$

Среднее квадратичное отклонение E_{α} устанавливается по формуле:

$$E_{\alpha} = t \cdot S_{\hat{y}} \quad (5).$$

Для его определения необходимо, используя данные полевых исследований по определению фитомассы сырья на учетных площадках и соответствующие формулы, установить величину значения $S_{\hat{y}}$.

Стандартное отклонение среднего результата целесообразно рассчитывать по формуле:

$$S_{\hat{y}} = \sqrt{\sum (y - \hat{y})^2 / n(n - 1)} \quad (6).$$

Она рассчитывается согласно следующим расчетным формулам:

а) для стандартного отклонения среднего результата $S_{\hat{y}}$:

$$S_{\hat{y}} = S / \sqrt{n} \quad (7).$$

б) для стандартного отклонения (7):

$$S = \sqrt{\sum (y - \hat{y})^2 / n - 1} \quad (8).$$

Далее для вычисления величины среднего квадратичного отклонения $E_{\alpha} = S_{\hat{y}} \cdot t_{\alpha}$ (9) следует установить величину критерия Стьюдента по таблице 8. Критическое значение критерия Стьюдента зависит от принятого доверительного уровня (P) 95% или 99% и значения числа степеней свободы f ($f = n - 1$) (10). При ресурсоведческих исследованиях обычно принимают доверительный уровень, равный 95%.

**Числовые значения критерия Стьюдента t (при P, f)
при доверительном уровне 95%**

f	t	f	T	F	T	f	t
1	12,71	11	2,20	21	2,08	40	2,02
2	4,30	12	2,18	22	2,07	50	2,01
3	3,18	13	2,16	23	2,07	60	2,00
4	2,78	14	2,15	24	2,06	80	1,99
5	2,57	15	2,13	25	2,06	100	1,98
6	2,45	16	2,12	26	2,06	120	1,98
7	2,37	17	2,11	27	2,05	200	1,97
8	2,31	18	2,10	28	2,05	500	1,96
9	2,26	19	2,09	29	2,04	∞	1,96
10	2,23	20	2,09	30	2,04		

Полученные результаты определения урожайности лекарственного растительного сырья, полученные при статистической обработке данных, будут достоверны в том случае, если:

- выборка однородна (см. выше);
- относительная ошибка $E_{отн.}$ находится в пределах 10–15%.

Для определения $E_{отн.}$ в % используют формулу:

$$E_{отн.} = E_{\alpha} \cdot 100 / \hat{y} \quad (11).$$

Пример расчета урожайности методом учетных площадок.

На заросли № 5 валерианы лекарственной площадью 6,25 га (в Кара-Тугайском лесничестве Зианчуринского района РБ) было заложено 30 учетных площадок. После исключения выпадающих значений (см. выше) осталось 10 площадок ($n=10$), на которых были получены следующие данные по сырому весу массы сырья (корневища с корнями) в граммах: 41,0; 55,0; 43,0; 45,0; 50,0; 40,0; 45,0; 62,0; 52,0; и 65,0.

Для ведения расчетов лучше использовать таблицу, в которую вносятся все исходные данные и рассчитанные величины, которые очень удобно использовать в дальнейшем при расчете эксплуатационного запаса (табл.7).

**Расчет плотности запаса корневищ с корнями валерианы на заросли
№ 5 в Кара-Тугайском лесничестве Зианчуринского района**

n	y	\hat{y}	$y - \hat{y}$	$(y - \hat{y})^2$	$S_{\hat{y}}$	E_{α}	$E_{\text{отн.}}, \%$
1	41,0	49,8	8,8	77,44	2,74	6,19	12,42
2	55,0		5,2	27,64			
3	43,0		6,8	46,24			
4	45,0		4,8	23,04			
5	50,0		0,2	0,04			
6	40,0		9,8	96,04			
7	45,0		4,8	23,04			
8	62,0		12,2	148,84			
9	52,0		2,2	4,84			
10	65,0		15,2	231,04			
Σ	480,0			677,60			

Расчеты проводят следующим образом:

$$S_{\hat{y}} = \sqrt{\Sigma (y - \hat{y})^2 / n(n - 1)} = \sqrt{677,6 / 90} = 2,74;$$

$$E_{\alpha} = t \cdot S_{\hat{y}} = 2,26 \cdot 2,74 = 6,16;$$

$$E_{\text{отн.}} = E_{\alpha} \cdot 100 / \hat{y} = 6,19 \cdot 100 / 49,8 = 12,42 \, \%.$$

Таким образом, значение урожайность (а) корневищ с корнями валерианы на данной заросли составляет $\hat{y} \pm E_{\alpha} = 49,8 \pm 12,42 \, \text{г/м}^2$.

Так как относительная ошибка составила $E_{\text{отн.}} = 12,42 \, \%$, урожайность определена с достаточной статистической достоверностью.

Метод модельных экземпляров

Этот метод обычно применяют при изучении запасов сырья деревьев и кустарников, крупных травянистых или рассеянно встречающихся растений, а также в тех случаях, когда определяется урожайность подземных органов. Для травянистых растений он применим только тогда, когда растение и хорошо выделяется из других растений фитоценоза, и можно определить границы экземпляра (зверобой обыкновенный, пижма обыкновенная, полынь горькая и др.).

При работе этим методом необходимо получить два показателя:

- 1) численность экземпляров на единицу площади;
- 2) среднюю массу сырья модельного экземпляра.

Определение численности товарных экземпляров растений проводят на учетных площадках или трансектах. Учетные площадки применяют тогда, когда на 1 м^2 приходится более 3–4 экземпляров изучаемого вида. Если численность растений не велика — менее 1 экземпляра на 1 м^2 , то подсчет лучше проводить на трансектах. Подходы к установлению числа площадок и трансект на обследуемой заросли и их размера описаны в разделе «Общие требования к проведению ресурсоведческих работ».

Для господствующих в фитоценозе видов достаточно заложить 25 учетных площадок. Трансекты по маршрутным ходам можно разбить на отрезки в 20, 50 или 100 м — чем реже встречается вид, тем длиннее должны быть отрезки. Обычно для подсчета числа растений достаточно 25–40 отрезков. В экспедициях эта работа осуществляется двумя рабочими. Один прокладывает ход и считает шаги (определив размер своего шага), второй подсчитывает экземпляры и записывает в дневник. При наличии шагомера можно работать поодиночке.

Число экземпляров на 1 м^2 можно также определять с помощью «сеточки Раменского» (см. «Метод проективного покрытия»). В этом случае достаточно произвести определение на 15–20 пробных площадках.

Иногда опытные исследователи устанавливают число экземпляров на 1 м^2 глазомерно, однако при этом приходится увеличивать число учетных площадок в 1,5–2 раза.

В дальнейшем при камеральной обработке рассчитывают среднее арифметическое значение числа растений на 1 м^2 (\hat{y}_1) и среднее квадратичное отклонение (E_α). Относительная ошибка ($E_{\text{отн.}}$) доказывает достоверность определения — она должна быть не более 10% (см. выше).

Определение веса (сырьевой массы) модельных экземпляров является достаточно трудоемкой работой. В зависимости от того, что являлось учетной единицей (экземпляр или побег), на учетных площадках или по маршрутному ходу отбирают без выбора (подряд) необходимое число экземпляров или побегов, и у каждого из них взвешивают органы, используемые в качестве сырья. Данные по каждому экземпляру (побегу) записывают. При определении массы подземных органов или цветков обычно бы-

вает достаточно 50 модельных экземпляров; надземных органов — 100 экземпляров. Относительная ошибка ($E_{\text{отн.}}$) при расчете среднего веса модельного экземпляра также не должна быть более 10%.

Все полученные данные по числу товарных экземпляров на учетных площадках или трансектах и массе одного модельного экземпляра заносятся в таблицу, которая затем используется при камеральных расчетах запаса.

Урожайность рассчитывается как произведение средней численности товарных экземпляров на средний вес (массу) модельного экземпляра.

Пример расчета плотности запаса методом модельных экземпляров.

На заросли папоротника мужского № 2 в Шаровском лесничестве, квартале 14 (Зилаирский район Башкортостана) на площади 6,25 га заложено 25 учетных площадок по 50 м² с численностью растений на каждой: 14, 23, 17, 18, 16, 19, 17, 18, 14, 23, 17, 15, 20, 15, 18, 17, 21, 23, 17, 20, 21, 16, 24, 18, 17. Масса свежих корневищ одного модельного экземпляра составила (в г): 80,0; 47,0; 58,0; 65,0; 67,0; 80,0; 65,0; 88,0; 74,0; 48,0; 67,0; 50,0; 84,0; 52,0; 49,0; 92,0; 65,0 ; 46,0; 79,0; 95,0; 100,0; 92,0; 55,0; 86,0; 91,0; 74,0; 66,0; 91,0; 99,0; 85,0; 59,0; 77,0; 69,0; 70,0; 86,0; 94,0; 100,0; 85,0; 53,0; 77,0.

Расчет урожайности ведем с использованием таблицы, как указано в методе учетных площадок (Табл. 7), в которой приведены все данные о ходе статистического анализа (Табл. 8).

Таблица 8

Ход статистического анализа среднего числа товарных экземпляров

n	y	\hat{Y}	$y - \hat{y}$	$(y - \hat{y})^2$	$S_{\hat{y}}$	E_{a1}	$E_{\text{отн.}}, \%$

1. Рассчитываем среднее значение числа товарных экземпляров (m_1) на одной учетной площадке ($m_1 = \hat{y}_1 \pm E_a^1$):

n — число учетных площадок; n = 25;

y — число экземпляров на одной учетной площадке;

\hat{y}_1 — среднее арифметическое значение числа экземпляров на одной учетной площадке;

$$\hat{y}_1 = 18,32;$$

$$\Sigma (y - \hat{y})^2 = 200,7176;$$

$$S_{\hat{y}} = \sqrt{200,7116 / 600} = \sqrt{0,3345} = 0,5783;$$

$$E_{\alpha 1} = 0,5783 \cdot 2,06 = 1,19;$$

$$E_{\text{отн.}} = 1,19 \cdot 100/18,32 = 6,50\%.$$

Таким образом, среднее значение числа товарных экземпляров папоротника мужского (m_1) на учетных площадках данной заросли составляет $m_1 = \hat{y}_1 \pm E_{\alpha}^1 = 18,32 \pm 1,19$.

Поскольку относительная ошибка $E_{\text{отн.}} = 6,50\%$, определение проведено с достаточной статистической достоверностью.

2. Рассчитываем среднее значение сырой массы 1 модельного экземпляра ($m_2 = \hat{y}_2 \pm E_{\alpha}^2$) (Табл. 9):

Таблица 9

Ход статистического анализа средней массы модельного экземпляра

N	y_n	\hat{y}_2	$y_n - \hat{y}_2$	$(y_n - \hat{y}_2)^2$	$S_{\hat{y}}$	$E_{\alpha 2}$	$E_{\text{отн.}}, \%$

n — число отобранных модельных экземпляров,

$$n = 40;$$

y_n — вес одного модельного экземпляра;

\hat{y}_2 — среднее арифметическое значение вес модельного экземпляра;

$$\hat{y}_2 = 74,0;$$

$$\Sigma (y - \hat{y}_2)^2 = 10161,0;$$

$$S_{\hat{y}} = \sqrt{10161,0/2660} = 3,43;$$

$$E_{\alpha 2} = 3,43 \cdot 2,02 = 6,93;$$

$$E_{\text{отн.}} = 6,93 \cdot 100/74,0 = 9,37\%.$$

Таким образом, среднее значение веса одного модельного экземпляра папоротника мужского (m_2) на учетных площадках данной заросли составляет $\hat{y}_2 \pm E_{\alpha}^2 = 74,0 \pm 6,93$.

Поскольку относительная ошибка $E_{\text{отн.}} = 9,37\%$, определение проведено статистически достоверно.

3. Урожайность (a) на 50 м^2 рассчитываем как произведение средних значений числа экземпляров на одной учетной площадке (\hat{y}_1) и среднего веса одного модельного экземпляра (\hat{y}_2) по формуле:

$$a = \hat{y}_1 \cdot \hat{y}_2 = 18,32 \cdot 74,0 = 1355,68 \text{ г. (12).}$$

Проводим статистический расчет ошибки ($E_{\alpha}^{1,2}$ — среднего квадратичного отклонения) произведения средних значений (\hat{y}_1 и \hat{y}_2) по формуле:

$$E_{\alpha}^{1,2} = \sqrt{(\hat{y}_1 \cdot E_{\alpha}^2)^2 + (\hat{y}_2 \cdot E_{\alpha}^1)^2} \quad (13).$$

Искомая величина $E_{\alpha}^{1,2}$ в данном случае рассчитывается следующим образом:

$$E_{\alpha}^{1,2} = \sqrt{(18,32 \cdot 6,93)^2 + (74,0 \cdot 1,19)^2} = \sqrt{23873,4} = 154,5$$

Урожайность с учетом определенной $E_{\alpha}^{1,2}$ будет равной:

$$a_1 = a \pm E_{\alpha}^{1,2}(9).$$

Следовательно, рассчитанная урожайность изучаемого растения на 50 м² составляет:

$$1355,68 \pm 154,5 \text{ г; а на 1 м}^2 - 27,11 \pm 3,09 \text{ г}.$$

Несколько иной подход следует использовать при определении *запасов плодовых кустарников* (шиповника, крушины, калины) и деревьев. В этом случае определяют урожайность одного модельного побега.

Для этого закладываются учетные площадки, размеры которых устанавливаются в зависимости от характера самой растительности. Обычно работы ведутся на трансектах или крупных учетных площадках (до 100 м²).

Далее определение урожайности плодов проводится следующим образом.

На учетных площадках подсчитывают число генеративных побегов у деревьев или кустов ($m_1 = \hat{y}_1 \pm E_{\alpha}^1$) (15).

Следующей задачей является определение среднего значения массы (m_2) плодов, которые можно собрать с одного модельного генеративного побега ($m_2 = \hat{y}_2 \pm E_{\alpha}^2$) (16). Для этого на выделенных площадках выбирается несколько модельных деревьев или кустов. Модельные деревья и кусты следует брать из разных возрастных групп, так как урожай плодов может в них сильно колебаться. На этих модельных экземплярах растений подсчитывают число плодов на одном генеративном побеге. Умножив средний вес одного зрелого плода на число подсчитанных плодов на каждом модельном генеративном побеге, определяют урожайность одного модельного побега (m_2).

Для определения веса одного сырого зрелого плода производят 10-кратное взвешивание 100 плодов с последующим определением среднего веса одного зрелого плода ($E_{\text{отн}}$ не должно превышать 10%).

Урожайность устанавливают, как указывалось выше, по формуле 12 ($a = \hat{y}_1 \cdot \hat{y}_2$) путем перемножения среднего веса плодов с одного генеративного побега на среднее число побегов на учетной площадке.

Для выявления перспективных возможностей заготовки плодов изучаемого растения можно проводить учет не только плодов, но и цветков. Это позволяет установить общий биологический запас сырья на изучаемой заросли (ключевом участке) и проводить многолетнее планирование заготовок, особенно на больших территориях.

Метод проективного покрытия

Этот метод применим к низкорослым травянистым растениям и кустарничкам - его лучше применять в густых зарослях, когда трудно выделить границы экземпляра.

При установлении плотности запаса этим методом определяют две величины:

- среднюю величину проективного покрытия изучаемого растения (в %);
- «цену» 1% проективного покрытия, т.е. вес сырья, соответствующий 1% проективного покрытия.

Проективное покрытие (ПП) — это процент (%) площади, занятый проекцией надземных частей растений от общей площади пробной площадки. Проективное покрытие отмечается на всех заложенных в пределах заросли учетных площадках, независимо от того, является ли ПП равным нулю или какой-либо положительной величине.

Для определения процента проективного покрытия используют сетки-квадраты размером 1м x 1м, разделенные на 100 квадратов. Таким образом, каждый квадрат равен 100 см², то есть составляет 1% площади сетки. Накладывая квадрат-сетку на участок сообщества с интересующими нас растением, подсчитывают, сколько процентов поверхности, т.е. сколько квадратов по 1 дм² (100 см²) занято листьями и стеблями этого растения —

если смотреть на участок, покрытый квадратом с сеткой. При этом учитывают те квадраты, которые закрыты изучаемым растением полностью или более чем наполовину. Этот способ применим в невысоком травостое (брусника обыкновенная, тимьян ползучий и др.).

Более универсальным является применение «сеточки Раменского». Она представляет собой картонную или деревянную пластинку с прорезанным прямоугольным отверстием 2 см х 5 см, площадь которого разделена натянутыми белыми нитями или проволокой на 10 квадратов по 1 см² каждый. Через эту сеточку сверху рассматривают травостой и определяют, площадь скольких квадратов занимают побеги изучаемого вида. Каждый квадрат соответствует 10 % покрытия. На учетных площадках в 1 м² через сеточку определение проводят 8–10 раз, пытаясь при этом охватить всю поверхность площадки. Среднее из этих определений дает процент проективного покрытия на площадке. Этот способ прост и позволяет производить определение процента проективного покрытия достаточно быстро. Следует отметить, что «сеточка Раменского» особенно удобна при определении процента покрытия видов обильных, но не господствующих в травостое.

Следующим этапом является определение «цены» 1% покрытия, т.е. сырьевой массы, которую можно собрать с 1% площади, покрытой данным видом. При этом $E_{\text{отн.}}$ не должно быть более 15%. Следует помнить, что цена 1% покрытия зависит от степени развития экземпляров. Поэтому при одинаковом проценте покрытия плотность запаса даже одного и того же растения может сильно варьировать в разных фитоценозах и в разных экологических условиях. В связи с этим «цена» 1% проективного покрытия будет различной, поэтому измерения и расчеты с использованием этого метода следует производить для каждой обследованной заросли.

Способ определения цены проективного покрытия заключается в следующем. При использовании сетки-квадрата собирают и взвешивают на одной учетной площадке, на которой определялся процент покрытия, все сырье. Разделив массу собранного сырья на процент проективного покрытия растения на данной площадке определенного, устанавливают выход массы с 1% проективного покрытия (цена 1% проективного покрытия).

При работе этим способом достаточно использование данных 20–25 учетных площадок.

Все полученные данные по определению величины и цены 1% проективного покрытия по каждой учетной площадке заносятся в полевой журнал.

Далее производят статистический расчет урожайности сырья на изучаемой заросли (a_1), как и при использовании метода модельных экземпляров. Урожайность (a) равна произведению среднего процента проективного покрытия (\hat{y}_1) на среднюю цену 1% проективного покрытия \hat{y}_2 и определяется по формуле 12 ($a = \hat{y}_1 \cdot \hat{y}_2$). Статистическая ошибка ($E_{\alpha}^{1,2}$ — среднее квадратичное отклонение) произведения средних значений (\hat{y}_1 и \hat{y}_2) рассчитывают по формуле:

$$E_{\alpha}^{1,2} = \sqrt{(\hat{y}_1 \cdot E_{\alpha}^2)^2 + (\hat{y}_2 \cdot E_{\alpha}^1)^2} \quad (13).$$

Урожайность обследованной заросли (a_1) с учетом статистической ошибки определяется по формуле:

$$a_1 = a \pm E_{\alpha}^{1,2} \quad (14).$$

2.4. Расчет величины запаса сырья на конкретных зарослях

Определение величины запаса сырья проводится в лабораторных условиях при камеральной обработке материалов экспедиции.

При определении *эксплуатационного запаса* на конкретных зарослях его рассчитывают, умножая величину урожайности, определенного одним из описанных методов, на площадь массива. В качестве расчетных данных используют нижний предел плотности запаса ($\hat{y} - 2 E_{\alpha}$) (17).

При расчете эксплуатационного запаса урожайность определяется в сыром весе — по данным экспедиции. Полученные величины эксплуатационного запаса пересчитываются на воздушно-сухой вес, кроме тех видов сырья, которые используются в сыром виде (плоды лимонника, клубнелуковицы безвременника и др.).

Выход сырья в сухом весе можно взять из литературных данных (см. «Приложение»). Для видов, не указанных в литературе, процент усушки сырья определяется экспериментально в образцах, специально собранных

для этой цели в экспедиции. Экспериментально определяется процент усушки сырья также в случае повышенной влажности воздуха, например, в результате дождливой погоды или климатических особенностей обследуемого региона (горные районы Кавказа, о. Сахалин). В различных районах выход воздушно-сухого сырья может значительно отличаться, что видно из таблицы, приведенной в «Приложении».

Используя полученные выше расчетные данные (см. «Метод учетных площадок») при определении урожайности (а) корневищ с корнями валерианы методом учетных площадок, определим запас сырья на указанной площади в 6,25 га.

Например, установлено, что $a = \hat{y} \pm E_a = 49,8 \pm 12,42 \text{ г/м}^2$. Для расчета эксплуатационного запаса берется нижнее значение плотности запаса, которое будет составлять:

$$\hat{y} - 2 E_a = 49,8 - 2 (12,42) = 24,96 \text{ г/м}^2.$$

Эксплуатационный запас равен:

$$24,96 \text{ г/м}^2 \cdot 62500 \text{ м}^2 = 1560000,0 \text{ г} = 1,56 \text{ т}.$$

В пересчете на воздушно-сухое сырье (при выходе сырья 25%) эксплуатационный запас корневищ с корнями валерианы на обследованной заросли составляет 0,39 т.

Кроме эксплуатационного запаса, в ресурсоведении существует понятие *биологического запаса*, который определяется по верхней границе плотности запаса ($\hat{y} + 2E_a$) (18). Обычно эксплуатационный запас составляет 80–90% биологического.

Однако, как уже указывалось («Основные понятия и термины»), биологический запас должен включать помимо массы сырья от товарных экземпляров растений сырье от всех остальных — ювенильных (в период от прорастания до цветения), угнетенных, а также всех непригодные для заготовок растений. Но во время ресурсоведческих исследований учитывают сырьевую массу только пригодных для заготовки взрослых растений. Поэтому рассчитанный по формуле ($\hat{y} + 2E_a$) (18) биологический запас по существу не отражает всю величину биологического запаса сырья изучае-

мого растения на данной заросли и обычно в отчетных документах по изучению ресурсов не отражается.

Тем не менее, эксплуатационный запас тесно связан с биологическим. Дело в том, что при заготовке лекарственного растительного сырья возможно отчуждать только часть популяции, оставляя определенную долю ее для регенерации после сбора сырья. При сборе надземных репродуктивных органов может отчуждаться значительно большая доля запаса ЛР, чем при сборе подземных вегетативных органов. Кроме того, величина биологического запаса определяет способность популяции ЛР к возобновлению и зависит от способа и скорости размножения растений (семенного, вегетативного). Для заготовки сырья следует отбирать только те участки, где произрастают популяции с преобладанием молодых генеративных (цветущих и плодоносящих) особей ЛР.

Для ряда растений объемы допустимой отчуждаемой массы известны и должны быть не более: солодка голая — 75%; ландыш майский — 25%; клопогон даурский — 10%; кровохлебка лекарственная — 80%; кубышка желтая — 90%; бадан толстолистный — 85–90%; володушка золотистая — 70 %; родиола розовая — 70%; толокнянка обыкновенная — 70%; эфедра хвощевая — 50% (указан % от величины биологического запаса).

Для большинства же растений процент отчуждаемой массы не установлен. Поэтому для растений, где сырьем служат генеративные органы, эксплуатационный запас не должен превышать 80–90% от биологического запаса; для травянистых однолетников (сырье – трава) — 50%; для деревьев и кустарников, кустарничков и полукустарников — 25%. При заготовке подземных частей: для травянистых — 25%; для деревьев и кустарников — 10%; для безвременника великолепного — оставлять 10–20% цветущих растений на 100 м² заросли.

2.5. Расчет величины запаса сырья на ключевых участках

Для расчета величины запаса сырья на территории (района, области, региона) необходимо знать:

- общую площадь фитоценозов, включающих изучаемое растение, на обследуемой территории;

- средний процент площади, занятой промысловыми массивами данного растения в характерных для него фитоценозах;
- среднюю урожайность сырья.

При расчете величины запаса сырья на ключевых участках используют те же методы определения урожайности, что и на конкретных зарослях.

Отличие при расчетах запаса данным методом от других методов заключается в том, что производится экстраполяция данных, полученных для ключевых участков, на общую площадь фитоценоза, включающего изучаемое растение (в пределах области, региона и т.п.).

Пример определения величины эксплуатационного запаса. Следует определить запас листьев брусники обыкновенной в Татышлинском районе Республики Башкортостан.

Брусника обыкновенная обитает в осветленных лесах на песчаных и хорошо дренированных почвах в долинных и горных условиях. В качестве ключевых участков были выбраны массивы, расположенные во вторичных хорошо освещенных лесах, состоящих в основном из березы и лиственницы. Всего было заложено 10 ключевых участков. Используя выкопировки планов лесонасаждений лесничества, определили общую площадь фитоценоза, включающего в качестве подлеска бруснику обыкновенную. Площадь составила 10 тыс. га.

Ресурсоведческие исследования проводились следующим образом.

В пределах ключевого участка, например, площадью 50 га по десяти маршрутным ходам были заложены трансекты шириной 2 м и длиной 50 м и числом 50. Расстояние между маршрутными ходами составляло 10 м, длина — около 500 м.

Поскольку на исследуемой площади брусника не везде росла равномерно, местами образуя «пятна», было установлено (см. «Определение площади заросли»), что процент площади ключевого участка, занимаемой брусникой, равен 65%. Таким образом, площадь заросли на данном ключевом участке для расчета запаса листьев брусники будет составлять 32,5 га (65% от 50 га).

Средняя величина урожайности листьев брусники на трансектах в сыром весе составила (по результатам статистической обработки экспедиционных данных) $171,55 \pm 21,10 \text{ г/м}^2$.

Таким же образом процент площади участков, занятых брусникой, и среднее значение плотности запаса определяли и на остальных 9 ключевых участках. Результаты заносили в дневник (Табл. 10).

Таблица 10

**Определение запаса сырья брусники обыкновенной
на ключевых участках**

№ ключевого участка	Площадь, Га	Площадь, заня- тая брусникой (\bar{a}), %	Ср. значение урожайности (\hat{y}), г/м^2
1	32,5	65,0	$171,55 \pm 21,10$
2	84,6	41,0	$124,8 \pm 10,90$
3	56,3	30,0	$96,6 \pm 6,50$
и т.д. (до 10)	Σ	$\Sigma_1(\bar{a}_{1-10})$	$\Sigma_2(\hat{y}_{1-10})$

Далее рассчитывается среднее значение процента площадей, занятых брусникой на всех 10 ключевых участках, которое в данном случае составило 40% [$\Sigma_1 / (\bar{a}_{1-10})$] (19).

Определяется среднее суммарное значение плотности запаса из данных, полученных на 10 обследованных ключевых участках:

$$\hat{y}_{\Sigma 2} = \Sigma_2 / (\hat{y}_{1-10}) = 1080,94 / 10 = 108,09 \text{ г/м}^2 \text{ или } 1080,9 \text{ кг/га (20).}$$

Среднее значение квадратичного отклонения E_{α}^n для среднего суммарного значения плотности запаса, выраженного в г/м^2 , на всех 10 ключевых участках рассчитывается по формуле:

$$E_{\alpha}^n = \sqrt{\Sigma (E_{\alpha}^{1-10})^2 / n} = \sqrt{793,5 / 10} = 28,16 / 10 = 2,82 \text{ (21).}$$

Для среднего суммарного значения урожайности выраженного в кг/га, E_{α}^n будет равным 28,2.

Таким образом, нижний предел урожайности (в кг/га) для исчисления эксплуатационного запаса равняется:

$$\hat{y}_{\Sigma 2} - 2 \cdot E_{\alpha}^n = 1080,9 - 2 \cdot 28,2 = 1024,5 \text{ (22).}$$

Далее определяется, какая часть площади выявленного фитоценоза занята брусникой, С учетом среднего значения по 10 обследованным клю-

чевым участкам, равного 40%, установлено, что эта площадь составляет 4 тыс. га.

Эксплуатационный запас на обследованной территории в результате экстраполяции данных, полученных на 10 ключевых участках, таким образом, составил:

$$1024,5 \cdot 4\,000 = 4098000 \text{ кг} = 4098 \text{ т.}$$

В пересчете на воздушно-сухое сырье (выход, определенный экспериментально, равен 40%) величина эксплуатационного запаса на обследованной территории составила 1639 т.

Оформление результатов исследований

После всех проведенных работ, полевых и камеральных, составляется *итоговый отчет*. В него входят следующие разделы:

- введение, включающее задачи исследования, перечень районов (региона, области) обследования, сроки экспедиции и ее состав, список изучавшихся видов;
- краткое описание района обследования (географическая характеристика, описание транспортной сети и доступности зарослей к эксплуатации, наличие отчуждаемых в результате землепользования площадей, характер растительности — леса, луга и т.д.);
- подробное описание используемого метода определения запасов и методики определения плотности запаса;
- инвентаризационные ведомости по каждому растению с указанием использованного метода определения запасов — на конкретных зарослях или ключевых участках (Табл. 11);
- сводная инвентаризационная ведомость (Табл. 12) по запасам и возможным объемам ежегодных заготовок всех лекарственных растений обследованного района (региона);
- план заготовок сырья ресурсоведчески изученных видов ЛР (на год или перспективный на 5 лет);
- карты-схемы размещения основных участков заготовки с характеристикой запасов сырья лекарственных растений первой группы. Необходимо, чтобы карты соответствовали данным инвентаризационных ведо-

мостей по отдельным растениям — должны совпадать номера исследованных массивов, ключевых участков;

- объяснительная записка к картографическим материалам;
- рекомендации по специализации обследованных районов для заготовки того или иного вида ЛРС, закреплению наиболее продуктивных угодий за определенными заготовительными организациями. Эти рекомендации служат двум задачам: рациональному использованию имеющихся на данной территории массивов лекарственных растений и улучшению организации заготовок (транспорт, сушка сырья и т.д.);
- полный список лекарственных растений обследованной территории;
- список и рекомендации по охране редких и исчезающих лекарственных растений (для каждого региона они могут быть разными);
- рекомендации по календарному плану заготовок в целях рационального использования обнаруженных зарослей лекарственных растений.

Таблица 11

**Инвентаризационная ведомость запаса корневищ
змеевика майского в Зилаирском районе Башкортостана
(определение на конкретных зарослях)**

№ заросли	Местонахождение заросли	Растительное сообщество	Площадь заросли, га	Плотность запаса, г/м² (сырое сырье)	Эксплуатация запаса, т (возд.-сух. сырье)
1	Петровское лесничество, квартал 49, выдел 12, лев. берег р. Баракал	Остепненный луг	0,25	192,5±12,8	0,121
2.	и т.д.				
Итого...		-	18,5	-	8,16
Возможный ежегодный объем заготовок 0,389					

**Сводная инвентаризационная ведомость
запасов и объемов заготовок лекарственного растительного сырья
в Зилаирском районе Башкортостана**

№ зарослей по записям дневника	Наименование сырья	Площадь зарослей, Га	Эксплуатационный запас, т (воздушно-сухое сырье)	Возможный ежегодный объем заготовок, т
1	Корневище змеевика	18,5	8,16	0,39
2	Корневища с корнями. кровохлебки	4,90	1,60	0,08
3	Трава душицы	44,25	2,75	0,69
4	Трава зверобоя	42,90	4,19	1,14
5	Трава тысячелистника	69,0	6,42	1,60
6	Трава чабреца	96,0	14,2	2,68
7	Корневища с корнями валерианы	16,7	0,94	0,05
Итого:		292,25	38,26	6,63

Картирование запасов лекарственных растений

Исходным материалом для составления карт и схем размещения участков заготовок и запасов лекарственного растительного сырья являются *сводная инвентаризационная ведомость и выкопировки крупномасштабных карт*, использованных в экспедиции с нанесенными на них площадями, занимаемыми зарослями изучаемых растений.

При непосредственном картировании запасов используются различные карты:

- крупномасштабные карты и планы лесонасаждений лесничеств и лесхозов служат для отражения и размещения;
- конкретных зарослей в пределах района или небольшого по площади участка местности;
- среднемасштабные карты — для планирования заготовок по отдельным районам области или республики;
- мелкомасштабные карты — для планирования размещения заготовок по областям, республикам и другим регионам, а также для специализации заготовок.

Картирование запасов может быть произведено по каждому растению отдельно. Чаще это делается для небольших территорий или для всех изучаемых растительных объектов (для целой области, республики и т.д.).

Местонахождения зарослей на картах обозначаются условными значками, возле которых ставятся цифры, указывающие:

- № заросли, ключевого участка или обследованной территории в соответствии с инвентаризационными ведомостями;
- количественные показатели зарослей — в числителе площадь в га, а в знаменателе — эксплуатационный запас в кг/га.

Если в распоряжении исследователя имеются только мелкомасштабные карты, то массивы растений изображают каким-либо немасштабным знаком, возможно более точно отмечая на карте его местонахождение. Размер такого знака указывает на площадь массива, цифры внутри знака — эксплуатационный запас воздушно-сухого сырья на этом массиве. Если на одной карте показывают заросли разных видов растений, то используют знаки разной формы. Рядом со знаком ставят порядковый номер массива. Под этой цифрой данный массив приводится в сводной инвентаризационной ведомости.

На мелкомасштабных картах запасы сырья могут быть обозначены также с помощью штриховок, цветных круговых диаграмм, которые наносятся на карты. Обычно это делается для характеристики запасов сырья на крупных территориях (Рис. 3).

В легенде карты расшифровываются (раскрывается смысловое значение) условные обозначения зарослей лекарственных растений, их площади и величина запасов в соответствии с формой, размером немасштабных знаков и цифровых обозначений, нанесенных на карту. Не следует наносить на карту данные более чем 3–4 видов ЛР, а также использовать знаки с изображением растений, так как последние не содержат информации ни о запасах сырья, ни о размерах заросли.

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ЗАПАСЫ ОРЕХОВ



Рис.3. Картирование запасов лещины и кедра
(<https://geographyofrussia.com/>).

Вопросы для самоподготовки

1. Виды запасов лекарственного растительного сырья.
2. Метод определения запасов на конкретных зарослях.
3. Метод определения запасов на ключевых участках.
4. Определение урожайности методом учетных площадок.
5. Определение урожайности методом модельных экземпляров.
6. Определение урожайности методом проективного покрытия.
7. Определение запасов лекарственного растительного сырья.

ГЛАВА 3. СТАНДАРТИЗАЦИЯ ЛЕКАРСТВЕННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Лекарственные средства, в том числе *лекарственное растительное сырье*, применяемое в медицинской практике, должны *отвечать всем современным требованиям безопасности* для человека и быть эффективными для лечения различных заболеваний.

В официальной медицине России разрешено применять только те лекарственные средства, которые зарегистрированы в Государственном Реестре лекарственных средств Российской Федерации и имеют сертификат соответствия.

С 1990 года в Российской Федерации проводится работа по приближению отечественных стандартов качества, имеющих национальные различия, к стандартам, принятым в международной практике.

Стандартизация — система норм качества сырья, продукции, методов испытания и т. д., установленная в общегосударственном порядке и обязательная для производителей и потребителей.

Цель стандартизации — выпуск продукции высокого качества при условии непрерывного совершенствования производства с учетом достижения науки и техники.

Стандартизация лекарственного растительного сырья осуществляется в интересах заказчика, разработчика, изготовителя и потребителя лекарственных средств.

3.1. Основные подходы к стандартизации лекарственного растительного сырья

Стандартизация лекарственного растительного сырья — задача комплексная, предусматривающая особые условия и свойства, которые:

- 1) определяют качество лекарственного растительного сырья;
- 2) обеспечивают качество лекарственного растительного сырья;
- 3) поддерживают качество лекарственного растительного сырья.

Условия, предопределяющие качество лекарственного растительного сырья. Их выполнение обязательно в процессе заготовки сырья. Для обеспечения высокого качества сырья необходимо правильно выбрать район и место заготовки, а для культивируемых видов — район культуры.

Регламентируются сроки и приемы сбора, характер первичной обработки сырья, условия сушки, сортировки и упаковка.

Эти условия описаны в единых для всех заготовителей «Инструкциях по сбору и сушке» на каждый вид сырья. Они имеют силу закона. В действующий сборник включены инструкции на 121 вид лекарственного сырья.

Условия, обеспечивающие качество лекарственного растительного сырья. Это нормы, обеспечивающие определение подлинности, чистоты и доброкачественности сырья. Они регламентируются стандартом и определяются при проведении полного товароведческого анализа конкретного вида сырья.

Условия, регламентирующее поддержание и сохранение качества сырья. Нормируются условия хранения сырья (температурный режим, влажность, срок и, для некоторых видов сырья, список хранения) а также, требования к упаковке, условия транспортирования.

Контроль качества ЛРС возможен только при наличии определенных стандартов, сравнением с которыми определяется уровень разработки, испытаний и производства из него лекарственных средств.

Установленные нормы и требования на лекарственное растительное сырье изложены в разнообразных стандартах, часто обобщенно-называемых нормативными документами (НД).

Современные виды НД, регламентирующие качество лекарственного растительного сырья, подразделяются на следующие категории:

- 1) Государственные стандарты (ГОСТы);
- 2) общие фармакопейные статьи (ОФС);
- 3) фармакопейные статьи (ФС);
- 4) международные требования, суммированные в различных документах (СМР — комплекс требований к условиям производства и контролю качества).

Помимо указанных категорий НД, в процессе производственной деятельности предприятий используются отраслевые стандарты (ОСТ), стандарты предприятий (СТП) и технические условия (ТУ).

НД существуют на каждый вид сырья и его *товарную форму*: (цельное, резаное, брикетированное и т.д.), а также субстанции и лекарственные формы. НД имеет статус закона. Несоблюдение ее требований преследуется по закону.

Общие фармакопейные статьи определяют правила испытания лекарственного растительного сырья, методы отбора проб для анализа, определения подлинности и доброкачественности сырья.

Фармакопейные статьи разрабатываются на лекарственное растительное сырье серийного производства, разрешенное для медицинского применения и включенное в Государственный реестр, и по особенностям применения фактически являются отраслевыми стандартами.

Фармакопейные статьи на лекарственное сырье, широко применяемое в медицине, включаются в Государственную фармакопею (ГФ). Требования ГФ на лекарственное растительное сырье обязательны для заготовительных организаций, перерабатывающих баз, складов и предприятий-потребителей.

Качество лекарственного растительного сырья напрямую зависит от правильной организации контроля качества, его действенности и эффективности, а также от уровня требований, заложенных в НД, и используемых методов анализа.

Государственная система контроля качества лекарственных средств охватывает все стадии изыскания, апробации, производства и применения лекарственных средств. В равной степени это относится и к контролю качества лекарственного растительного сырья. В системе контроля качества лекарственного растительного сырья выделяют в настоящее время два уровня:

- анализ на соответствие требованиям НД на аптечных складах и базах;
- анализ на соответствие требованиям НД на фармацевтических фабриках производственных объединений и акционерных обществ и на промышленных государственных предприятиях.

Контроль качества ЛРС, полученного от заготовителей, осуществляется согласно ОФС «Приемка ЛРС».

Приёмка лекарственного растительного сырья проводится партиями («ангро») или сериями (фасованное сырьё). *Партия* — определённое количество цельного, обмолоченного, прессованного лекарственного растительного сырья одного наименования, однородное по способу подготовки и показателям качества, оформленное одним документом, удостоверяющим его качество, предназначенное для производства промышленных серий фасованной продукции в упаковке «ангро» и в потребительской упаковке.

Документ содержит: номер и дату выдачи документа, адрес отправителя; наименование сырья; номер партии; массу партии (серии); год, месяц заготовки (для «ангро»); район заготовки (для дикорастущих лекарственных растений); вид НДС на лекарственное растительное сырьё; подпись лица, ответственного за качество, с указанием фамилии и должности.

Серия лекарственного растительного сырья — определённое количество однородного по всем показателям фасованного лекарственного растительного сырья (цельное, измельчённое, порошок), произведенное в течение одного технологического цикла, оформленное одним документом качества. Серия формируется из одной или нескольких (не более 3) партий сырья.

Партия (серия) состоит из единиц продукции (транспортная упаковка: мешки, ящики, тюки и др.).

Транспортная упаковка лекарственного растительного сырья (единицы продукции) — упаковка, представляющая один из видов транспортной тары, указанная в частных фармакопейных статьях.

Потребительская упаковка с лекарственным растительным сырьём — упаковка лекарственного средства, поступающая к потребителю, обеспечивающая его сохранность и неизменность свойств в течение установленного срока годности.

Фасованная продукция — определённое количество (масса) лекарственного растительного сырья цельного, измельчённого или порошка, помещённое в потребительскую упаковку, предназначенное для пригото-

ления настоев и отваров, или в упаковку «ангро», предназначенную для изготовления лекарственных средств (настоек, экстрактов и др.).

Приёмка лекарственного растительного сырья включает:

- внешний осмотр упаковки;
- определение её качества, цельности;
- определение правильности маркировки и оформления сопроводительной документации;
- проверку соответствия тары и упаковки требованиям НД на конкретное сырьё;
- отбор проб.

Пробы отбираются только из неповреждённых единиц продукции, упакованных согласно стандартам качества.

Не допускается отбор проб одновременно от двух партий или серий.

Виды продукции, подлежащие отбору проб:

- лекарственное растительное сырьё «ангро» (партия);
- фасованное лекарственное растительное сырьё (серия).

Отбор образцов для испытаний осуществляет представитель анализирующей организации или подразделения. Должны соблюдаться санитарно-гигиенические требования; при отборе проб ядовитого и сильнодействующего лекарственного растительного сырья соблюдают меры предосторожности, предусмотренные соответствующими инструкциями и положениями.

Пробы отбираются в количестве, необходимом для проведения трёх анализов (включая арбитражный).

Серия (партия) лекарственного растительного сырья, от которой отобраны образцы на анализ, должна храниться изолированно до получения результатов контроля.

Арбитражные образцы хранятся в течение срока годности лекарственного растительного сырья в специальных помещениях, обеспечивающих их сохранность в условиях, предусмотренных НД. По истечении срока хранения образцы, не удовлетворяющие требованиям стандартов качества, подлежат уничтожению в установленном порядке.

Отбор проб лекарственного растительного сырья «ангро» (партия)

Отбор проб представляет ряд последовательных операций, включающих:

- выборку единиц продукции для взятия проб;
- непосредственный отбор проб;
- маркировку образцов и документальное оформление отбора проб.

Для проверки соответствия качества лекарственного растительного сырья требованиям стандартов качества отбирают методом случайного или систематического отбора *выборку* из *неповреждённых* транспортных упаковок (единиц продукции), взятых в количестве, указанном в таблице 3.

Проверку качества лекарственного растительного сырья в *повреждённых* единицах продукции *производят отдельно* от неповреждённых, вскрывая *каждую* единицу продукции.

Выборка — совокупность единиц продукции (транспортных упаковок или упаковок «ангро»), отобранных для проведения анализа из партии лекарственного растительного сырья или серии фасованной продукции (Табл. 13).

Таблица 13

Объём выборки лекарственного растительного сырья «ангро»

Количество единиц продукции сырья	Объём выборки
1-5	Все единицы
6-50	5 единиц
Свыше 50	10 % единиц продукции, составляющих партию

Неполные 10 единиц продукции приравниваются к 10 единицам (например, при наличии в партии 51 единицы продукции объём выборки составляет 6 единиц).

Попавшие в выборку единицы продукции вскрывают и путём *внешнего осмотра* определяют однородность сырья по способу подготовки (цельное, обмолоченное, прессованное), по цвету, запаху, засорённости; наличию плесени, гнили, устойчивого постороннего запаха, не исчезающе-

го при проветривании; засорённости ядовитыми растениями и посторонними примесями (камни, стекло, помёт грызунов, птиц и т.д.). Одновременно невооруженным глазом и с помощью лупы (5–10×) определяют наличие амбарных вредителей.

Если при внешнем осмотре установлены неоднородность лекарственного растительного сырья, наличие плесени и гнили, засорённость посторонними растениями в количествах, явно превышающих допустимые примеси, партия может быть принята только после того, как будет *рассортирована* и *вторично предъявлена к сдаче*.

При обнаружении в сырье затхлого, устойчивого постороннего запаха, не исчезающего при проветривании, ядовитых растений и посторонних примесей (помёт грызунов и птиц, стекло и др.), заражённости амбарными вредителями II и III степеней партия сырья не подлежит приёмке.

Из каждой единицы продукции, отобранной для вскрытия, берут, избегая измельчения, *три точечные пробы*: сверху, снизу и из середины. Точечная проба — минимальное количество сырья, отобранное от каждой единицы продукции за один приём для составления объединённой пробы. Из *мешков, тюков* и *кип* точечные пробы отбирают сверху на глубине не менее 10 см, затем, после распарывания по шву, из середины и снизу; точечные пробы семян и сухих плодов отбирают зерновым щупом. Из лекарственного растительного сырья, упакованного в *ящики*, первую точечную пробу отбирают из верхнего слоя, вторую — из середины и третью — со дна ящика. Точечные пробы должны быть примерно одинаковыми по массе. Из всех точечных проб, осторожно перемешивая, составляют *объединённую пробу*. В случае, если масса объединённой пробы недостаточна для проведения испытаний, отбор точечных проб повторяют.

Из объединённой пробы методом *квартования* выделяют следующие пробы в приведенной ниже последовательности:

- пробу для определения микробиологической чистоты массой 50 г, исключение составляют цельные корни и корневища — 100 г, чага — 200 г;

- пробу для определения степени зараженности вредителями запасов массой 500 г для мелких видов ЛРС и массой 1000 г для крупных видов ЛРС;
- среднюю пробу (для выделения аналитических проб) в соответствии с указаниями ОФС;
- пробу для проведения радиационного контроля в соответствии с указаниями ОФС;
- пробу для определения содержания остаточных пестицидов, тяжелых металлов и мышьяка массой 50 г.

Для этого лекарственное растительное сырьё разравнивают по возможности тонким, равномерным по толщине слоем на гладкой, чистой, ровной поверхности в виде квадрата и по диагонали делят на четыре треугольника. Два противоположных треугольника удаляют, а два оставшихся соединяют вместе и перемешивают. Эту операцию повторяют до тех пор, пока количество сырья в двух противоположных треугольниках не будет соответствовать массе одной из заданных проб. Допустимые отклонения в массе каждой из проб не должны превышать $\pm 10\%$.

Из средней пробы также методом квартования выделяют три аналитические пробы для определения:

- подлинности, измельчённости и содержания примесей;
- влажности (аналитическую пробу для определения влажности отделяют сразу же после отбора средней пробы и упаковывают герметически);
- содержания золы и действующих веществ.

Для таких видов сырья, как цельная трава, корни, корневища, клубни, после выделения аналитической пробы для определения подлинности, измельчённости и содержания примесей часть *средней пробы*, предназначенную для определения *влажности, содержания золы и действующих веществ*, режут ножницами или секатором на крупные куски, тщательно перемешивают и затем выделяют соответствующие аналитические пробы.

Если при выделении аналитических проб в двух противоположных треугольниках масса сырья окажется меньше или больше указанной в таблице, следует из оставшихся двух треугольников отделить сырьё по всей

толщине слоя или таким же образом удалить его из отобранных треугольников.

Пробу для установления степени заражённости амбарными вредителями помещают в плотно закрывающуюся ёмкость. Среднюю пробу и пробы для определения радионуклидов и микробиологической чистоты упаковывают каждую в полиэтиленовый или многослойный бумажный пакет. К пакету или ёмкости прикрепляют этикетку, такую же этикетку вкладывают внутрь мешка или ёмкости.

Лекарственные растительные препараты поступают в обращение в потребительских упаковках в виде цельного или измельченного ЛРС, расфасованного в пачки с внутренним пакетом и в иные подходящие виды упаковки для недозированных форм фасовки, или порошка, расфасованного в пакеты из бумаги термосвариваемой пористой неразмокаемой (фильтр-пакеты) с вложением в пачку.

Единицы продукции в выборку необходимо отбирать случайным образом или методом систематического отбора. Объем выборки зависит от количества транспортных единиц в серии ЛРП (согласно табл. 13).

Попавшие в выборку транспортные единицы следует вскрыть и из разных мест каждой транспортной единицы случайным образом или методом систематического отбора отобрать по 2 потребительские упаковки.

Из выборки, представленной 1–5 транспортными единицами, следует отобрать по 10 потребительских упаковок. Отобранные потребительские упаковки составляют объединённую пробу. Количество потребительских упаковок, отобранных в объединённую пробу, должно быть достаточно для проведения испытаний на соответствие требованиям нормативной документации по меньшей мере в 2 повторностях и для формирования архивного образца.

Содержимое потребительских упаковок средней пробы следует высыпать на гладкую, чистую, ровную поверхность, тщательно перемешать и методом квартования выделить пробы, соответствующие по массе одной из заданных проб (средней и аналитической).

Отклонения массы содержимого упаковки ЛРП, помещенного в пачку с внутренним пакетом, следует определять следующим образом: вскрыть пачку, взвесить внутренний пакет вместе с содержимым, затем пакет вскрыть, чтобы не были утеряны какие-либо фрагменты. Упаковку полностью очистить от содержимого при помощи щётки. Взвесить пустую упаковку и вычислить массу содержимого упаковки путем вычитания. Взвешивание проводить с погрешностью $\pm 0,01$. Следует повторить данные действия на 9 оставшихся упаковках и вычислить отклонение массы содержимого каждой упаковки от номинальной.

Массу содержимого упаковки (m_{cy}) определяют по формуле:

$$m_{cy} = m_{об} - m_{уп}, \text{ где}$$

$m_{об}$ — масса упаковки ЛРП вместе с содержимым, г;

$m_{уп}$ — масса упаковки ЛРП без содержимого, г.

Отклонение массы содержимого каждой упаковки (X) в процентах от номинальной вычисляют по формуле:

$$X = \frac{(m_{ном} - m_{cy}) \cdot 100 \%}{m_{ном}}, \quad (23), \text{ где}$$

$m_{ном}$ — номинальная масса ЛРП, указанная на упаковке, г;

m_{cy} -масса содержимого упаковки ЛРП,

Допустимые отклонения приведены в табл. 14.

Таблица 14

**Допустимые отклонения массы содержимого упаковки ЛРП,
помещенного в пачку с внутренним пакетом**

Номинальная масса, г	Допустимые отклонения для одной упаковки, \pm %
До 50	7,5
От 51 до 100	5
От 101 до 200	3

Для лекарственных растительных препаратов, расфасованных в фильтр-пакеты, отклонения в массе содержимого упаковки определяют по

следующей методике: 10 пачек с фильтр-пакетами следует вскрыть, отобрать произвольно 20 фильтр-пакетов и определить среднюю массу содержимого одного фильтр-пакета. Для этого необходимо взвесить фильтр-пакеты вместе с содержимым, затем вскрыть, чтобы не были утеряны какие-либо фрагменты, полностью очистить упаковку от содержимого при помощи щётки/кисточки. Взвесить пустую упаковку и вычислить массу содержимого фильтр-пакетов путем вычитания. Взвешивание следует проводить с погрешностью $\pm 0,01$ г. Вычислить среднюю массу содержимого одного фильтр-пакета и её отклонение от номинальной. Допустимое отклонение средней массы содержимого одного фильтр-пакета от номинальной $\pm 5\%$.

В случае обнаружения живых и мёртвых амбарных вредителей в фасованной продукции лекарственного растительного сырья и сборах проводят отбор дополнительной пробы массой 500 г для их определения.

Лекарственное сырьё и полученные из него продукты представляют собой полноценный материал в том случае, если они по всем параметрам соответствуют действующим НД. Это соответствие определяется путём проведения фармакогностического анализа.

Под *фармакогностическим анализом* имеется в виду комплекс методов анализа сырья растительного и животного происхождения, позволяющих определить подлинность и доброкачественность.

Подлинность — это соответствие исследуемого объекта наименованию, под которым он поступил на анализ.

Доброкачественность или качество — соответствие лекарственного сырья требованиям НД.

Фармакогностический анализ нормативно регулируется документами двух типов: с одной стороны — соответствующие общие статьи действующей ГФ, нормирующие правила приёмки, методы отбора проб, методы определения подлинности и доброкачественности лекарственного растительного сырья, с другой — НД, определяющие требования к конкретному виду сырья.

Фармакогностический анализ складывается из ряда последовательно проводимых анализов: макроскопического, микроскопического, фитохи-

мического и товароведческого. В некоторых случаях он дополняется определением биологической активности сырья.

Подлинность сырья, как правило, устанавливается путём макроскопического и микроскопического анализов, фитохимический анализ используется путём проведения гистохимических и качественных реакций на наличие в сырье тех или иных групп соединений или в виде хроматографических проб. Качество сырья определяется на основе данных товароведческого и фитохимического анализа и, если необходимо, путём установления биологической активности сырья.

Макроскопический анализ состоит в определении морфологических (внешних) признаков испытуемого сырья визуально — невооруженным глазом или с помощью лупы, а также определении размеров, цвета, запаха сырья и вкуса (для неядовитых объектов).

Подлинность устанавливается также и на основании *микроскопического анализа*. Он применяется при анализе цельного, измельчённого, порошкообразного сырья. Анализ основан на выявлении анатомических диагностических признаков с помощью микроскопа.

Качественные и гистохимические реакции используются для обнаружения в сырье тех или иных групп соединений непосредственно в сырье (гистохимические реакции — слизь в корнях алтея, дубильные вещества в коре буды) или в извлечениях (качественные реакции — полисахариды в водном извлечении листьев подорожника, флавоноиды — в спиртовом извлечении цветков бессмертника).

Товароведческий анализ включает правила приёмки сырья, регламентирует отбор проб для проведения последующих испытаний сырья на содержание примесей, степени измельчённости, заражённости вредителями, содержания влаги, золы, действующих веществ и т.д.

Фитохимический анализ — вид анализа, используемого для качественного и количественного определения действующих веществ с помощью химических и физико-химических методов.

Числовые показатели лекарственного растительного сырья

Под *влажностью* сырья в товароведческом анализе понимают не только потерю в массе при высушивании за счёт гигроскопической воды, но фактически содержание различных летучих веществ.

Воздушно-сухое сырьё содержит обычно 10–14 % гигроскопической воды. Повышенное содержание влаги в сырье приводит к его порче: изменяется окраска сырья, появляется затхлый запах, плесень, разрушаются действующие вещества. Такое сырьё нельзя использовать. Поэтому НД для каждого вида сырья устанавливает норму содержания влаги (влажность) не выше определённого значения.

В ГФ для определения влажности в лекарственном растительном сырье принят метод высушивания до постоянной массы при температуре 100–105 °С.

Высушивание проводят до постоянной массы. Постоянная масса считается достигнутой, если разница между двумя последующими взвешиваниями после 30 мин высушивания и 30 мин охлаждения в эксикаторе не превышает 0,01 г.

За окончательный результат определения принимают среднее арифметическое двух параллельных определений, вычисленных до десятых долей процентов. Допускаемое расхождение между результатами двух параллельных определений не должно превышать 0,5 %.

Общая зола — в фармакопейном анализе золой называют остаток неорганических веществ, который получается в результате сжигания лекарственных веществ или лекарственного растительного сырья и последующего прокаливании до постоянной массы.

Величина зольного остатка позволяет судить о загрязнённости примесями, дающими при сжигании минеральный (зольный) остаток. Определение основано на том, что некоторые анализируемые объекты не содержат элементов, способных давать зольный остаток. Другие содержат в своей структуре элементы, способные минерализоваться (озоляться). Такие объекты сгорают, оставляя минеральный остаток, имеющий более или менее определенное значение. Отклонения в величине зольного остатка по

сравнению с естественной зольностью указывают на загрязненность анализируемого объекта минерализующимися примесями. Причиной может быть недостаточная очистка лекарственного вещества в процессе получения, несвоевременный сбор лекарственного растительного сырья, нарушение условий сушки, хранения, наличие подмесов и др. Поэтому в частных фармакопейных статьях и нормативной документации приводятся предельные значения зольного остатка.

Содержание общей золы позволяет судить о минеральном остатке, связанном с наличием неорганических веществ в растительном объекте, а также с содержанием в нем примесей, попавших в сырье при сборе и сушке.

Определение измельчённости и допустимых примесей — при определении измельчённости аналитическую пробу помещают на сито, указанное в соответствующем НД на данный вид лекарственного сырья, и осторожно, плавными вращательными движениями просеивают, не допуская дополнительного измельчения. Просеивание измельчённых частей считается законченным, если количество сырья, прошедшего сквозь сито при дополнительном просеве в течение 1 мин, составляет менее 1 % сырья, остающегося на сите.

Для цельного сырья используется одно сито и частицы, прошедшие сквозь сито, взвешивают и вычисляют их процентное содержание к массе аналитической пробы.

Для просеивания резаного, измельчённого, дробленого, порошкового сырья берут два сита (первое сито, до размера которого должно быть измельчено сырьё, второе сито — с минимальным размером, указывающим пыль, в некоторых случаях песок). Пробу сырья помещают на верхнее сито и просеивают. Затем отдельно взвешивают сырьё, оставшееся на верхнем сите и прошедшее сквозь нижнее сито, и вычисляют процентное содержание частиц, не прошедших сквозь верхнее сито, и содержание частиц, прошедших сквозь нижнее сито, к массе аналитической пробы. Взвешивание проводят с погрешностью $\pm 0,1$ г при массе аналитической пробы свыше 100 г и $\pm 0,05$ г при массе аналитической пробы 100 г и менее.

Допустимая норма содержания измельчённых частиц для каждого вида сырья указана в соответствующем НД.

Оставшуюся часть аналитической пробы после отсева измельчённых частиц (для цельного сырья) или сход с верхнего сита (для измельчённого, дробленого сырья) помещают на чистую гладкую поверхность и лопаточкой или пинцетом выделяют примеси, указанные в НД на лекарственное растительное сырьё. Обычно к примесям относят:

- части сырья, утратившие окраску, присущую данному виду (побуревшие, почерневшие, выцветшие и т.д.);
- другие части этого растения, не соответствующие описанию сырья;
- органическую примесь (части других неядовитых растений);
- минеральную примесь (земля, песок, камешки).

Одновременно обращают внимание на наличие амбарных вредителей.

Вредители лекарственного растительного сырья и борьба с ними

В процессе транспортирования и при неправильном хранении лекарственное растительное сырьё может подвергаться порче вредителями запасов. Чаще всего порче подвержено сырьё, богатое полисахаридами (крахмалом, инулином), сочные плоды, богатые сахарами, некоторые сухие плоды и семена, богатые жирным маслом.

Вредители запасов ухудшают качество сырья, способствуют его самосогреванию, загрязняют сырьё, тару, хранилища, оборудование, транспортные средства.

К вредителям запасов относятся клещи, долгоносики, точильщики, моль. Меры борьбы с вредителями запасов могут быть предупредительные и истребительные. К предупредительным мерам относятся: подготовка, очистка и обеззараживание складских помещений, перерабатывающих предприятий, машин, механизмов, соблюдение санитарно-гигиенических правил хранения лекарственного сырья.

К истребительным мерам относятся физико-механические и химические средства дезинсекции. Дезинсекцию проводят с помощью сероуглерода (реже хлорпикрина). Заражённое сырьё помещают в таре в герметически закрывающееся помещение. В разных местах кабины на штабелях с

сырьём расставляют плоские чашки, в которые наливают сероуглерод. Дверь быстро закрывают, щели замазывают алебастром или заклеивают. В газовой среде сырьё выдерживают от 2 (летом) до 7 (зимой) дней. По истечении этого времени камеру открывают и дают газу улетучиться. Сероуглерод огнеопасен, в связи с чем работа с ним требует особой осторожности. В летний период для дезинсекции можно использовать солнечную радиацию. Виды сырья, которые не теряют внешнего вида под воздействием солнечных лучей, помещают на темные подстилки и прогревают в течение нескольких часов.

Мероприятия по борьбе с вредителями запасов проводятся комплексно с соблюдением мер личной, общественной и противопожарной безопасности.

Определение степени заражённости

лекарственного растительного сырья вредителями запасов

Исследование на наличие вредителей запасов проводят в обязательном порядке при приёмке лекарственного растительного сырья, а также ежегодно при хранении.

Проба для установления степени заражённости вредителями выделяется методом квартования из объединённой пробы массой 500 г для мелких видов сырья и массой 1000 г для крупных видов сырья. При анализе определяют степень заражённости по наличию клещей и насекомых в пересчёте на 1 кг сырья.

Аналитическую пробу просеивают сквозь сито с отверстиями размером 0,5 мм. В сырье, прошедшем сквозь сито, проверяют наличие клещей (лупа $\times 5-10$), в сырье, оставшемся на сите, — моли, точильщика, долгоносика и их личинок, живых и мёртвых насекомых.

Различают три степени заражённости вредителями: I степень — в 1 кг сырья не более 20 клещей или не более 5 насекомых; II степень — более 20 клещей, свободно передвигающихся по поверхности сырья и не образующих сплошных масс, или 6–10 экземпляров моли, точильщика и их личинок и др.; III степень — клещи образуют сплошные войлочные массы,

движение их затруднено, или более 10 экземпляров насекомых в сырье (моль, точильщик, их личинки и др.).

Сырьё, заражённое вредителями, после дезинсекции просеивают сквозь сито с отверстиями 0,5 мм (при заражённости клещами) или 3 мм (при заражённости другими вредителями).

После обработки сырьё при I степени заражённости вредителями может быть допущено к медицинскому применению. При II степени и в исключительных случаях при III степени заражённости сырьё может быть использовано для переработки с целью получения индивидуальных веществ, в остальных случаях сырьё уничтожают.

К показателям безопасности ЛРС относятся уровень содержания радионуклидов (цезия-137 и стронция-90), микробиологическая чистота, содержание токсичных элементов, пестицидов и токсичных веществ (микотоксины).

Государственному контролю *на радиационную безопасность* подлежит лекарственное растительное сырьё, выпускаемое предприятиями различных форм собственности на территории РФ и ввозимое на территорию РФ. Радиационный контроль лекарственных средств производится органами по сертификации лекарственных средств в соответствии с требованиями закона «О радиационной безопасности населения» и «Правил сертификации лекарственных средств» персоналом, прошедшим соответствующее обучение для работы на дозиметрических установках.

При приёмке партии (серии) лекарственного растительного сырья в соответствии с действующей нормативной документацией определяют присутствие стронция-90 и цезия-137.

Микробиологическая чистота — важнейший показатель безопасности применения лекарственных растительных сырья (ЛРС) и препаратов, получаемых из него, особенно отваров и настоев. Заражение ЛРС микроорганизмами возможно, начиная со стадии заготовки, включая сушку, первичную обработку, измельчение и упаковку («ангро» и потребительскую).

О «лекарственной инфекции» имеется достаточно информации. В зарубежной научной литературе описано много примеров заражения чело-

века. Есть также сообщения о загрязнении извлечений из ЛРС, используемых в стоматологии, что приводило к серьёзным воспалениям слизистой полости рта. Применение настоев и отваров из обсеменённого бактериями и грибами сырья может привести к заболеваниям мочеполовой сферы и органов дыхания. Поэтому в ЛРС нормируется допустимое содержание микроорганизмов и грибов.

3.2. Современные методы определения качества лекарственного растительного сырья

Современная нормативная документация на лекарственное растительное сырьё в качестве одного из важнейших показателей обязательно включает обнаружение и нормирование содержания основных биологически активных веществ. Их определение проводится с использованием химических, физико-химических и биологических методов.

Анализируемая группа веществ или индивидуальное вещество предварительно извлекаются из растительного сырья. Чаше всего используют экстракцию растворителями, в результате которой получают смесь компонентов; затем проводят очистку от примесей, делят на отдельные фракции и/или выделяют индивидуальные вещества, используя преимущественно хроматографические методы.

Для анализа эфирных масел используют *перегонку с водяным паром*. Содержание эфирного масла в растительном сырье определяется способами, описанными в действующей ГФ.

К *химическим* методам можно отнести методы анализа, в основе которых лежат химические реакции. Для идентификации действующих веществ используют групповые цветные и осадительные химические реакции. К традиционным методам количественного химического анализа относятся гравиметрические и титриметрические методы.

Гравиметрический (весовой) анализ основан на выделении суммы веществ путём их осаждения из различных растворителей или за счёт получения нерастворимых комплексных соединений и последующем уста-

новлении массы взвешиванием осадка на аналитических весах (например, определение полисахаридов в листьях подорожника и траве череды).

Титриметрические (объёмные) методы весьма разнообразны и зависят от химических свойств исследуемых соединений. Для этих целей используются методы прямого и обратного титрования. В основу титриметрических методов могут быть положены реакции следующих типов: кислотно-основные, окислительно-восстановительные, реакции осаждения и образования комплексных соединений. Для некоторых оснований и кислот, титрование которых в воде затруднено или невозможно из-за слабых кислотно-основных свойств или малой растворимости (например, некоторые алкалоиды, аминокислоты и пр.), проводят определение в неводных растворах или методом обратного титрования. Широко распространены методы титрования окислителями — перманганатометрия (определение дубильных веществ в сырье), йодометрия (определение арбутина в листьях толокнянки и брусники) и др. Точку эквивалентности фиксируют с помощью цветных индикаторов или потенциометрически (за счёт скачка потенциала индикаторного электрода). Потенциометрическое титрование в анализе лекарственного растительного сырья используется сравнительно редко, например, при количественном определении суммы алкалоидов в траве чистотела.

Современные *физико-химические методы* анализа имеют ряд преимуществ перед классическими химическими методами. На сегодняшний день существует большое количество аналитических приборов, выпускаемых отечественными и зарубежными фирмами и позволяющих анализировать практически любые органические соединения, содержащиеся в природных объектах. Они отличаются избирательностью, высокой чувствительностью, высокой степенью автоматизации.

К наиболее широко распространённым в настоящее время современным методам анализа растительного сырья относятся хроматографические методы и методы спектрофотометрии. Важнейшей особенностью этих методов является объективность оценки количественного содержания биологически активных веществ, что, в свою очередь, определяет качество растительного сырья.

Хроматографические методы анализа используются для разделения смеси веществ или частиц (например, ионов) и основаны на различии в скорости их перемещения в системе несмешивающихся и движущихся относительно друг друга фаз. Поэтому хроматография применяется как на этапе пробоподготовки (очистки анализируемого компонента или смеси компонентов от сопутствующих примесей), так и в ходе непосредственного качественного и количественного анализов. При этом идентификация компонентов проводится по параметрам их удерживания в сравнении со стандартными образцами (свидетелями). Определение содержания искоемых соединений или их групп в исходной смеси после хроматографического разделения проводится другими физико-химическими методами в зависимости от способа детекции.

В анализе лекарственного растительного сырья применяется несколько методов хроматографического разделения, подразумевающих соответствующее аппаратное оформление.

Адсорбционная хроматография на колонках используется главным образом для очистки анализируемых компонентов от сопутствующих примесей. Классическая хроматографическая колонка представляет собой стеклянную трубку, заполненную сорбентом. Для разделения и очистки соединений растительного происхождения чаще всего используют полиамидный сорбент и силикагель, реже применяют колоночную хроматографию на сефадексе и алюминия оксиде. Так, очистку суммы флавоноидов травы сушеницы топяной и плодов боярышника, суммы ксантонов в траве золототысячника проводят с помощью адсорбционной хроматографии на полиамидном сорбенте. Затем в полученном элюате спектрофотометрическим методом определяют содержание действующих веществ.

Как вариант адсорбционной и/или распределительной колоночной хроматографии для очистки многокомпонентных смесей растительного происхождения в последнее время всё чаще применяется *метод твёрдофазной экстракции* (ТФЭ). ТФЭ отличается от классической колоночной хроматографии прежде всего принудительной подачей элюента под действием вакуума на выходе из хроматографической системы. Для получе-

ния разрежения определенной величины используют специальное герметичное устройство-приёмник (манифолд), в верхней части которого крепятся хроматографические «колонки» (патроны и/или картриджи), а к нижней подключен вакуум-насос с электроприводом. На мировом рынке системы для ТФЭ предлагаются фирмой «Supelco» (США).

Тонкослойная хроматография, или ТСХ (адсорбционная хроматография в тонком слое сорбента), в настоящее время применяется для качественного анализа лекарственного растительного сырья или на стадии пробоподготовки для очистки анализируемых компонентов.

Используют хроматографические пластины с закреплённым слоем сорбента. Наиболее распространены сорбенты на основе силикагеля. Качественный анализ компонентов лекарственного растительного сырья с применением ТСХ проводят путём детекции невооруженным глазом флуоресценции или окраски пятен в УФ и видимом свете при сравнении со свидетелями. Основным параметром при этом, наряду с характерным окрашиванием или флуоресценцией пятен, является относительное удерживание компонентов, или R_f . Использование метода ТСХ на стадии пробоподготовки в количественном анализе лекарственного растительного сырья предусматривает элюирование действующих веществ с хроматографической пластины и последующий анализ элюата другими методами. Например, разделение суммы флавоноидов цветков боярышника проводят на хроматографических пластинах, после чего пятно гиперозида элюируют с пластины, а его содержание в элюате определяют спектрофотометрическим методом.

В последнее время активно развивается метод количественной ТСХ с использованием специального прибора — денситометра (хроматоденситометрия), работа которого основана на измерении плотности флуоресценции или окраски пятна анализируемого компонента непосредственно на пластине. Для этого денситометр снабжён цифровой видеокамерой или сканером, а обработка полученных результатов производится с помощью специальной программы на компьютере. Применение денситометрии позволяет проводить экспресс-анализ компонентов сырья без их элюирования с пластины. Хроматоденситометрия относится к полуколичественному методу.

Использование *хроматографии на бумаге* (БХ), имеющей как распределительный, так и адсорбционный механизмы разделения компонентов, в настоящее время ограничено, что связано с длительностью процесса разделения. По способу перемещения подвижной фазы различают восходящую, нисходящую и круговую БХ. Детекцию осуществляют сходным с ТСХ образом. Так, качественный анализ флавонолов листьев вахты трёхлистной проводят с помощью восходящей БХ с последующим проявлением хроматограммы раствором алюминия хлорида.

В самом общем виде все перечисленные методы хроматографии не требуют специального аппаратного оформления, за исключением количественной ТСХ и твёрдо-фазной экстракции. К строго приборным методам хроматографического анализа относятся газовая и высокоэффективная жидкостная хроматография.

Газовая хроматография (ГХ) — это хроматография, в которой подвижная фаза находится в состоянии газа или пара. Метод газовой хроматографии применяется для анализа летучих веществ, в том числе компонентов эфирных масел, например ледола и палюстрола в эфирном масле побегов багульника болотного.

Также возможно проведение химической модификации (derivatизации) компонентов анализируемой смеси с целью получения летучих производных и их последующий анализ методом ГХ. В качестве примера газохроматографического анализа с использованием derivatизации можно привести анализ летучих производных карбоновых кислот и моносахаридов, в том числе и растительного происхождения.

Детектирование на выходе из газохроматографической системы производится несколькими способами. В настоящее время наиболее часто применяют масс-селективные детекторы.

На базе колоночной хроматографии возникла *высокоэффективная жидкостная хроматография* (ВЭЖХ). От классической колоночной хроматографии ВЭЖХ отличается использованием сорбентов с размером частиц 3–10 мкм, что обеспечивает быстрый массоперенос при очень высокой эффективности разделения. Для обеспечения беспрепятственного прохожде-

ния элюента через колонку с ультра мелким сорбентом на входе в хроматографическую систему создается высокое давление. Поэтому другим названием ВЭЖХ является «жидкостная хроматография высокого давления».

Лидирующее положение занимает обращённо-фазовая ВЭЖХ, в которой используются сорбенты на основе силикагеля с привитыми на его поверхности молекулами неполярных соединений, таких как высокомолекулярные углеводороды, фенолы и их производные. При этом хроматографическое разделение происходит за счёт распределительного (главным образом) и адсорбционного (в меньшей степени) механизмов, детектирование в ВЭЖХ осуществляется с помощью фотометрических и электрохимических методов анализа. Основное значение имеет спектрофотометрическая детекция в УФ- области или масс-спектрометрия.

Преимуществом ВЭЖХ (особенно обращённо-фазовой) перед газовой хроматографией является возможность исследования практически любых объектов без каких-либо ограничений по их физико-химическим свойствам. Поэтому подавляющее большинство действующих веществ лекарственного растительного сырья может быть проанализировано этим методом. В фармацевтическом анализе метод ВЭЖХ в настоящее время используется главным образом при анализе препаратов на основе лекарственного растительного сырья, такого как женьшень, родиола розовая и др.

Фотометрические методы анализа основаны на поглощении электромагнитного излучения индивидуальным веществом или группой анализируемых веществ.

Наибольшее распространение в анализе лекарственного растительного сырья получило электромагнитное излучение ультрафиолетового (УФ) и видимого (ВИД) диапазонов (обычно принято считать видимым излучение с длиной волны от 800 до 400 нм, а ультрафиолетовым — от 400 до 200 нм, длина волны меньше 200 нм — далекий УФ).

В зависимости от используемой аппаратуры, различают спектрофотометрический и фотоколориметрический анализ, к последнему близко примыкает колориметрический.

Спектрофотометрический анализ — анализ поглощения веществом монохроматического излучения с определённой длиной волны. Здесь выполняется основной закон поглощения — закон Бугера-Ламберта-Бэра:

$$D = \lg \frac{I_0}{I} = kcb, \quad (24),$$

где I_0 — интенсивность излучения, падающего на раствор;

I — интенсивность излучения, прошедшего через раствор;

c — концентрация вещества в растворе;

b — толщина слоя, см;

D — оптическая плотность;

k — коэффициент поглощения вещества.

Этот вид анализа выполняется на спектрофотометрах ВИД и УФ диапазона (обычно 200–1100 нм). Регистрируется спектр поглощения (зависимость поглощенного излучения от длины волны) или часть спектра поглощения (отдельная полоса поглощения). Измерение оптической плотности производится на фиксированной длине волны (как правило, в максимуме полосы поглощения). Данный метод используется как для качественного анализа ЛРС (измерение спектра поглощения), и является основным методом количественного определения различных групп БАВ (флавоноидов, кумаринов, дубильных веществ, фенилпропаноидов, сердечных гликозидов (за рубежом), антраценпроизводных, фенолов и др.).

Фотоколориметрический анализ — анализ поглощения веществами немонохроматического излучения, которое получается с помощью светофильтров, выделяющих сравнительно узкий интервал длин волн (20–40 нм).

При фотоколориметрическом анализе закон Бугера-Ламберта-Бэра применим с большей или меньшей степенью приближения в зависимости от степени постоянства величины оптической плотности (D) в данном интервале длин волн.

Приборы, используемые для такого вида анализа, позволяют измерить оптическую плотность лишь в интервале длин, выделяемых светофильтрами. Для этих целей используются фотоэлектроколориметры раз-

личных типов. В настоящее время спектрофотометры практически вытеснили ФЭК.

Фотометрические измерения обычно проводят в водных или спиртовых растворах. При анализе растительного сырья наиболее распространено количественное определение суммы действующих веществ в пересчёте на конкретное соединение, которое должно отвечать определённым требованиям: это соединение должно входить в состав суммы действующих веществ и для него должен существовать *государственный стандартный образец* (ГСО). Например, в траве зверобоя спектрофотометрически оценивается содержание суммы флавоноидов в пересчёте на рутин. В случаях отсутствия ГСО, в качестве стандарта используют иное соединение, имеющее сходный с определяемым коэффициент поглощения на аналитической длине волны. Подобным приёмом пользуются при фотоколориметрическом определении суммы антраценпроизводных, где в качестве стандарта используют кобальта хлорид (кора крушины, корни ревения и др.).

Определение концентрации веществ в растворе проводят тремя основными способами.

Первый способ основывается на измерении оптической плотности с последующим применением закона Бугера-Ламберта-Бэра для расчёта концентрации. Этот способ применим, когда известен коэффициент поглощения исследуемого вещества на данной длине волны. Таким образом, определяют количественное содержание суммы антоцианов в пересчёте на цианидин-3,5-дигликозид в цветках василька синего.

Второй способ — определение концентрации исследуемого соединения путём сравнения величин оптических плотностей его раствора и раствора стандартного образца в известной концентрации. Так определяют содержание суммы флавоноидов в пересчёте на изосалипурпозид в цветках бессмертника песчаного.

Третий способ — построение калибровочного графика с использованием серии растворов стандартного образца известной концентрации, например количественное определение суммы флавоноидов в пересчёте на ононин в корнях стальника.

Современный фармакогностический анализ также предусматривает использование многих других физико-химических методов. При выделении из растений органических веществ, требующих идентификации и определения их количественного содержания, успешно используются такие методы, как поляриметрия, люминесцентный анализ, ИК-спектроскопия, спектроскопия ядерного магнитного резонанса, хромато-масс-спектрометрия, электрохимические методы и др.

В тех случаях, когда качество лекарственного сырья невозможно удовлетворительно определить химическими или физико-химическими методами, используют *биологический анализ*. Этот метод, в частности, является основным при анализе лекарственного растительного сырья, содержащего кардиотонические гликозиды. При использовании данного метода используются животные (лягушки) и устанавливается доза сердечного гликозида, вызывающая остановку сердца животного. Следует отметить, что биологическая стандартизация имеет ряд существенных недостатков: трудоёмкость, высокая стоимость анализа, малая точность. Кроме того, биологические методы анализа зачастую не отражают истинного содержания действующих веществ в лекарственном растительном сырье.

Вопросы для самоподготовки

1. Стандартизация лекарственного растительного сырья, цели и задачи.
2. Уровни стандартизации
3. Нормативная документация на ЛРС.
4. Приемка ЛРС.
5. Отбор проб для анализа
6. Методы определения подлинности ЛРС
7. Методы определения качества ЛРС.
8. Определения товароведческих показателей ЛРС.
9. Использование фитохимического анализа для стандартизации ЛРС.
10. Современные методы исследования ЛРС.

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ

Решение данных тестовых заданий направлено на формирование ОПК-1, ОПК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-5, ПК-6, ПК-12, ПК-17, ПК-21, ПК-22, ПК-23.

Выберете один правильный ответ

Глава 1. Ресурсоведение лекарственных растений

1. НЕОБХОДИМЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ УРОЖАЙНОСТИ МЕТОДОМ МОДЕЛЬНЫХ ЭКЗЕМПЛЯРОВ

- 1) вес сырья на учетной площадке
- 2) средняя масса сырья с одного побега
- 3) численность сырья на заросли
- 4) численность экземпляров на единицу площади

2. ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ УРОЖАЙНОСТИ МИНИМАЛЬНОЕ ЧИСЛО УЧЕТНЫХ ПЛОЩАДОК СОСТАВЛЯЕТ

- 1) 100
- 2) 10
- 3) 20
- 4) 25
- 5) 50

3. ТОЛОКНЯНКА ОБЫКНОВЕННАЯ ПРОИЗРАСТАЕТ

- 1) в зарослях по берегам рек и озер
- 2) в сухих лесах, на вырубках, приморских дюнах
- 3) на горных склонах
- 4) на заливных лугах
- 5) на разнотравных склонах

4. НА КАКОМ ЭТАПЕ РЕСУРСОВЕДЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ВЫЯВЛЯЮТ ВИДЫ ПОЛЕЗНЫХ РАСТЕНИЙ ВО ФЛОРЕ ОБСЛЕДУЕМОГО РАЙОНА

- 1) поисковый этап
- 2) камеральный этап
- 3) экспедиционный этап
- 4) лабораторный этап

5. К КАКОЙ ГРУППЕ ПО ОБЪЕМУ ЗАПАСОВ ОТНОСИТСЯ ЗВЕРОБОЙ ПРОДЫРЯВЛЕННЫЙ НА ТЕРРИТОРИИ РБ

- 1) с достаточно обеспеченной сырьевой базой
- 2) со значительной сырьевой базой
- 3) широко распространенные, но не образующие значительные и плотные заросли, однако их заготовка возможна для аптечных нужд
- 4) занесенные в региональный список редких и охраняемых видов
- 5) виды, сырье которых экспортируется

6. К КАКОЙ ГРУППЕ ПО ОБЪЕМУ ЗАПАСОВ ОТНОСИТСЯ КРАПИВА ДВУДОМНАЯ НА ТЕРРИТОРИИ РБ

- 1) с достаточно обеспеченной сырьевой базой
- 2) со значительной сырьевой базой
- 3) широко распространенные, но не образующие значительные и плотные заросли, однако их заготовка возможна для аптечных нужд
- 4) занесенные в региональный список редких и охраняемых видов
- 5) виды, сырье которых экспортируется

7. К КАКОЙ ГРУППЕ ПО ОБЪЕМУ ЗАПАСОВ ОТНОСИТСЯ ХМЕЛЬ ОБЫКНОВЕННЫЙ НА ТЕРРИТОРИИ РБ

- 1) с достаточно обеспеченной сырьевой базой
- 2) со значительной сырьевой базой
- 3) широко распространенные, но не образующие значительные и плотные заросли, однако их заготовка возможна для аптечных нужд
- 4) занесенные в региональный список редких и охраняемых видов
- 5) виды, сырье которых экспортируется

8. К КАКОЙ ГРУППЕ ПО ОБЪЕМУ ЗАПАСОВ ОТНОСИТСЯ ГОРИ-ЦВЕТ ВЕСЕННИЙ НА ТЕРРИТОРИИ РБ

- 1) с достаточно обеспеченной сырьевой базой
- 2) со значительной сырьевой базой
- 3) широко распространенные, но не образующие значительные и плотные заросли, однако их заготовка возможна для аптечных нужд
- 4) занесенные в региональный список редких и охраняемых видов
- 5) виды, сырье которых экспортируется

9. К КАКОЙ ГРУППЕ ПО ОБЪЕМУ ЗАПАСОВ ОТНОСИТСЯ БАРВИНОК МАЛЫЙ НА ТЕРРИТОРИИ РБ

- 1) с достаточно обеспеченной сырьевой базой
- 2) со значительной сырьевой базой
- 3) широко распространенные, но не образующие значительные и плотные заросли, однако их заготовка возможна для аптечных нужд
- 4) занесенные в региональный список редких и охраняемых видов
- 5) виды, сырье которых экспортируется

10. ПРОМЫСЛОВЫМИ ЗАРОСЛЯМИ НАЗЫВАЮТ

- 1) высокоурожайные и доступные для эксплуатации заросли
- 2) несколько близко расположенных зарослей данного вида, пригодных для организации на них заготовки
- 3) площадь, служащая эталоном данного типа угодий или растительности по запасам сырья данного вида
- 4) совокупность зарослей или промысловых массивов данного вида на территории, где возможны организация и проведение заготовок сырья

11. ПРОМЫСЛОВЫМ МАССИВОМ НАЗЫВАЮТ

- 1) высокоурожайные и доступные для эксплуатации заросли
- 2) несколько близко расположенных зарослей данного вида, пригодных для организации на них заготовки
- 3) площадь, служащая эталоном данного типа угодий или растительности по запасам сырья данного вида
- 4) совокупность зарослей или промысловых массивов данного вида на территории, где возможны организация и проведение заготовок сырья

12. КЛЮЧЕВЫМ УЧАСТКОМ НАЗЫВАЮТ

- 1) высокоурожайные и доступные для эксплуатации заросли
- 2) несколько близко расположенных зарослей данного вида, пригодных для организации на них заготовки
- 3) площадь, служащая эталоном данного типа угодий или растительности по запасам сырья данного вида

- 4) совокупность зарослей или промысловых массивов данного вида на территории, где возможны организация и проведение заготовок сырья

13. ПОТЕНЦИАЛЬНО-ПРОДУКТИВНЫМ УГОДЬЕМ НАЗЫВАЮТ

- 1) высокоурожайные и доступные для эксплуатации заросли
- 2) несколько близко расположенных зарослей данного вида, пригодных для организации на них заготовки
- 3) площадь, служащая эталоном данного типа угодий или растительности по запасам сырья данного вида
- 4) совокупность зарослей или промысловых массивов данного вида на территории, где возможны организация и проведение заготовок сырья

14. НЕОБХОДИМАЯ ТОЧНОСТЬ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ЗАПАСОВ ДОЛЖНА СОСТАВЛЯТЬ

- 1) 5%
- 2) 10-15%.
- 3) 20-25%
- 4) 30-35%

15. МИНИМАЛЬНАЯ ПЛОЩАДЬ ОБСЛЕДОВАНИЯ ДОЛЖНА СОСТАВЛЯТЬ

- 1) 0,01 га
- 2) 0,1 га
- 3) 1 га
- 4) 2 га
- 5) 3 га

Глава 2. Учет запасов лекарственного растительного сырья

1. МЕТОД УЧЕТНЫХ ПЛОЩАДОК ИСПОЛЬЗУЕТСЯ ПРИ УСТАНОВЛЕНИИ УРОЖАЙНОСТИ

- 1) некрупных травянистых растений и кустарничков, тех, у которых в качестве сырья используются надземные части (ландыш майский, толокнянка обыкновенная и многие другие)

- 2) при изучении запасов сырья деревьев и кустарников, крупных травянистых или рассеянно встречающихся растений, а также в тех случаях, когда определяется урожайность подземных органов
- 3) применим к низкорослым травянистым растениям и кустарничкам — его лучше применять в густых зарослях, когда трудно выделить границы экземпляра
- 4) для растений, занесенных в Красную книгу

2. МЕТОД МОДЕЛЬНЫХ ЭКЗЕМПЛЯРОВ ИСПОЛЬЗУЕТСЯ ПРИ УСТАНОВЛЕНИИ УРОЖАЙНОСТИ

- 1) некрупных травянистых растений и кустарничков, тех, у которых в качестве сырья используются надземные части (ландыш майский, толокнянка обыкновенная и многие другие)
- 2) при изучении запасов сырья деревьев и кустарников, крупных травянистых или рассеянно встречающихся растений, а также в тех случаях, когда определяется урожайность подземных органов
- 3) применим к низкорослым травянистым растениям и кустарничкам — его лучше применять в густых зарослях, когда трудно выделить границы экземпляра
- 4) для растений, занесенных в Красную книгу

3. МЕТОД ПРОЕКТИВНОГО ПОКРЫТИЯ ИСПОЛЬЗУЕТСЯ ПРИ УСТАНОВЛЕНИИ УРОЖАЙНОСТИ

- 1) некрупных травянистых растений и кустарничков, тех, у которых в качестве сырья используются надземные части (ландыш майский, толокнянка обыкновенная и многие другие)
- 2) при изучении запасов сырья деревьев и кустарников, крупных травянистых или рассеянно встречающихся растений, а также в тех случаях, когда определяется урожайность подземных органов
- 3) применим к низкорослым травянистым растениям и кустарничкам — его лучше применять в густых зарослях, когда трудно выделить границы экземпляра
- 4) для растений, занесенных в Красную книгу

4. МЕТОД МОДЕЛЬНЫХ ЭКЗЕМПЛЯРОВ ИСПОЛЬЗУЕТСЯ ПРИ УСТАНОВЛЕНИИ УРОЖАЙНОСТИ

- 1) ландыша майского
- 2) шиповника майского
- 3) подорожника большого
- 4) толокнянки обыкновенной

5. МЕТОД УЧЕТНЫХ ПЛОЩАДОК ИСПОЛЬЗУЕТСЯ ПРИ УСТАНОВЛЕНИИ УРОЖАЙНОСТИ

- 1) ландыша майского
- 2) шиповника майского
- 3) подорожника большого
- 4) крушины ломкой

6. МЕТОД ПРОЕКТИВНОГО ПОКРЫТИЯ ИСПОЛЬЗУЕТСЯ ПРИ УСТАНОВЛЕНИИ УРОЖАЙНОСТИ

- 1) ландыша майского
- 2) шиповника майского
- 3) подорожника большого
- 4) толокнянки обыкновенной

7. БИОЛОГИЧЕСКИЙ ЗАПАС — ЭТО

- 1) вся фитомасса сырья, которую можно заготовить на площади заросли ЛР на всех участках его произрастания без учета необходимости восстановления популяции ЛР
- 2) количество сырьевой фитомассы, получаемой от товарных экземпляров изучаемого вида на промысловых зарослях, и которое можно заготовить на площади участка заготовки ЛР, не подрывая возможности возобновления растений и регенерации популяций
- 3) часть суммарных эксплуатационных запасов сырья, которую можно ежегодно изымать с определенной территории без ущерба для сырьевой базы
- 4) количество сырьевой фитомассы, полученной с единицы площади заросли изучаемого лекарственного растения

8. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЙ ЗАПАС — ЭТО

- 1) вся фитомасса сырья, которую можно заготовить на площади заросли ЛР на всех участках его произрастания без учета необходимости восстановления популяции ЛР
- 2) количество сырьевой фитомассы, получаемой от товарных экземпляров изучаемого вида на промысловых зарослях, и которое можно заготовить на площади участка заготовки ЛР, не подрывая возможности возобновления растений и регенерации популяций
- 3) часть суммарных эксплуатационных запасов сырья, которую можно ежегодно изымать с определенной территории без ущерба для сырьевой базы
- 4) количество сырьевой фитомассы, полученной с единицы площади заросли изучаемого лекарственного растения

9. ВОЗМОЖНЫЙ ЕЖЕГОДНЫЙ ОБЪЕМ ЗАГОТОВКИ — ЭТО

- 1) вся фитомасса сырья, которую можно заготовить на площади заросли ЛР на всех участках его произрастания без учета необходимости восстановления популяции ЛР
- 2) количество сырьевой фитомассы, получаемой от товарных экземпляров изучаемого вида на промысловых зарослях, и которое можно заготовить на площади участка заготовки ЛР, не подрывая возможности возобновления растений и регенерации популяций
- 3) часть суммарных эксплуатационных запасов сырья, которую можно ежегодно изымать с определенной территории без ущерба для сырьевой базы
- 4) количество сырьевой фитомассы, полученной с единицы площади заросли изучаемого лекарственного растения

10. УРОЖАЙНОСТЬ — ЭТО

- 1) вся фитомасса сырья, которую можно заготовить на площади заросли ЛР на всех участках его произрастания без учета необходимости восстановления популяции ЛР

- 2) количество сырьевой фитомассы, получаемой от товарных экземпляров изучаемого вида на промысловых зарослях, и которое можно заготовить на площади участка заготовки ЛР, не подрывая возможности возобновления растений и регенерации популяций
- 3) часть суммарных эксплуатационных запасов сырья, которую можно ежегодно изымать с определенной территории без ущерба для сырьевой базы
- 4) количество сырьевой фитомассы, полученной с единицы площади заросли изучаемого лекарственного растения.

Глава 3. Стандартизация лекарственного растительного сырья

1. ПОД ПОДЛИННОСТЬЮ ЛЕКАРСТВЕННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ПОНИМАЮТ СООТВЕТСТВИЕ

- 1) числовым показателям
- 2) основному действию
- 3) своему наименованию
- 4) срокам годности

2. ПРИСУТСТВИЕ ДУБИЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В КОРЕ ДУБА МОЖНО ДОКАЗАТЬ РЕАКЦИЕЙ

- 1) микросублимации
- 2) с железоаммониевыми квасцами
- 3) с раствором алюминия хлорида
- 4) цианидиновой

3. ПРИСУТСТВИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В ТРАВЕ СПОРЫША МОЖНО ДОКАЗАТЬ РЕАКЦИЕЙ

- 1) с раствором алюминия хлорида
- 2) с раствором пикриновой кислоты
- 3) с раствором Судана III
- 4) лактонной пробы

4. ПРИСУТСТВИЕ КУМАРИНОВ В ЛЕКАРСТВЕННОМ РАСТИТЕЛЬНОМ СЫРЬЕ МОЖНО ДОКАЗАТЬ РЕАКЦИЕЙ

- 1) с раствором фосфорно-молибденовой кислоты
- 2) лактонной пробы

- 3) цианидиновой реакцией
- 4) с раствором Судана III

5. ОСНОВНОЙ ДОКУМЕНТ, РЕГЛАМЕНТИРУЮЩИЙ КАЧЕСТВО ЛРС

- 1) фармакопейная статья на сырье
- 2) общая фармакопейная статья
- 3) ГОСТ
- 4) ФСП

6. ПРИСУТСТВИЕ АНТРАЦЕНПРОИЗВОДНЫХ В КОРЕ КРУШИНЫ ЛОМКОЙ МОЖНО ДОКАЗАТЬ РЕАКЦИЕЙ

- 1) с железоммониевыми квасцами
- 2) с раствором алюминия хлорида
- 3) микросублимации
- 4) цианидиновой реакцией

7. ПОД ДОБРОКАЧЕСТВЕННОСТЬЮ ЛЕКАРСТВЕННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ПОНИМАЮТ СООТВЕТСТВИЕ ЕГО

- 1) своему наименованию
- 2) срокам годности
- 3) всем требованиям нормативной документации
- 4) содержанию действующих веществ

8. ТРАВУ ДУШИЦЫ ОБЫКНОВЕННОЙ СТАНДАРТИЗУЮТ ПО СОДЕРЖАНИЮ

- 1) экстрактивных веществ
- 2) горечей
- 3) эфирного масла
- 4) тимола

9. В ЛЕКАРСТВЕННОМ РАСТИТЕЛЬНОМ СЫРЬЕ МАРЕНА КРАСИЛЬНОЙ ФС (ФАРМАКОПЕЙНОЙ СТАТЬЕЙ) НОРМИРУЕТСЯ СОДЕРЖАНИЕ

- 1) антраценпроизводных
- 2) алкалоидов
- 3) дубильных веществ
- 4) эфирного масла

10. В ЛЕКАРСТВЕННОМ РАСТИТЕЛЬНОМ СЫРЬЕ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО ФС (ФАРМАКОПЕЙНОЙ СТАТЬЕЙ) НОРМИРУЕТСЯ СОДЕРЖАНИЕ

- 1) эфирного масла
- 2) антраценпроизводных
- 3) экстрактивных веществ
- 4) дубильных веществ

11. ЧАСТЬ ПАРТИИ СЫРЬЯ, ПРЕДНАЗНАЧЕННАЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОДЛИННОСТИ И ДОБРОКАЧЕСТВЕННОСТИ СЫРЬЯ — ЭТО

- 1) аналитическая проба
- 2) объединенная проба
- 3) средняя проба
- 4) точечная проба

СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ

Решение данных ситуационных задач направлено на формирование ОПК-1, ОПК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-5, ПК-6, ПК-12, ПК-17, ПК-21, ПК-22, ПК-23.

Глава 1. Ресурсоведение лекарственных растений

Задача № 1. В Дюртюлинском районе обнаружена заросль тысячелистника размером 3 км на 1,5 км. Рассчитайте площадь заросли и сделайте заключение, возможно ли на данной заросли проводить исследования по изучению запасов.

Задача № 2. В Кугарчинском районе обнаружена заросль иван-чая размером 2 км на 0,5 км. Рассчитайте площадь заросли и сделайте заключение, возможно ли на данной заросли проводить исследования по изучению запасов.

Задача № 3. В Абзелиловском районе обнаружена заросль чабреца размером 1 км на 1,5 км. Рассчитайте площадь заросли и сделайте заключение, возможно ли на данной заросли проводить исследования по изучению запасов.

Задача № 4. В Иглинском районе обнаружена заросль спорыша размером 4 км на 1,9 км. Рассчитайте площадь заросли и сделайте заключение, возможно ли на данной заросли проводить исследования по изучению запасов.

Задача № 5. В Дюртюлинском районе обнаружена заросль тысячелистника площадью 0,4 га. Сделайте заключение, возможно ли на данной заросли проводить исследования по изучению запасов?

Задача № 6. В Зилаирском районе на заросли душицы площадью 2 га заложено 8 учетных площадок. Сделайте заключение, достаточное ли данное количество учетных площадок для исследования по изучению запасов?

Задача № 7. В Зианчуринском районе на заросли зверобоя площадью 3 га заложено 75 учетных площадок. Сделайте заключение о целесообразности данного количества учетных площадок для исследования по изучению запасов?

Глава 2. «Определение запасов лекарственного растительного сырья»

Задача № 1. Урожайность зверобоя продырявленного в Зилаирском районе РБ, определенная методом модельных экземпляров, составляет $46,8 \pm 12$ г/м². Площадь заросли 0,18 га. Определите эксплуатационный запас, возможный ежегодный объём заготовок.

Задача № 2. Урожайность душицы обыкновенной в Зилаирском районе РБ, определенная методом модельных экземпляров, составляет $56,8 \pm 14$ г/м². Площадь заросли 0,34 га. Определите эксплуатационный запас, возможный ежегодный объём заготовок.

Задача № 3. Урожайность лапчатки прямостоячей в Уфимском районе РБ, определенная методом учетных площадок, составляет $230,0 \pm 11,1$ г/м². Площадь заросли 0,32 га. Определите эксплуатационный запас, возможный ежегодный объём заготовок.

Задача № 4. Урожайность кровохлебки лекарственной в Уфимском районе РБ, определенная методом учетных площадок, составляет $410,0 \pm 24,1$ г/м². Площадь заросли 0,65 га. Определите эксплуатационный запас, возможный ежегодный объём заготовок.

Задача № 5. При определении урожайности методом на заросли площадью 5 га в Приморском крае РФ численность экземпляров диоскореи ниппонской на 1 м² составляет $11,2 \pm 1,7$, средняя масса корневища одного экземпляра — $17,3 \pm 3,2$ г. Определите эксплуатационный запас, возможный ежегодный объём заготовок.

Задача № 6. При определении урожайности методом на заросли площадью 5 га в Мечетлинском районе РБ численность экземпляров горичвета весеннего на 1 м² составляет $15,2 \pm 1,7$, средняя масса травы одного

экземпляра — $12,3 \pm 0,5$ г. Определите эксплуатационный запас, возможный ежегодный объём заготовок.

Задача № 7. При определении урожайности методом на заросли площадью 7 га в Аургазинском районе РБ численность экземпляров ландыша майского на 1 м^2 составляет $25,2 \pm 1,7$, средняя масса травы одного экземпляра — $19,3 \pm 0,5$ г. Определите эксплуатационный запас, возможный ежегодный объём заготовок.

Задача № 8. В Дюргюлинском районе РБ на площади 1 га обнаружена заросль чабреца ползучего. Процент площади заросли, занятый чабрецом (проективное покрытие) составил $15 \pm 0,7$ %. Цена проективного покрытия: $3 \pm 0,2$ г/дм². Определите эксплуатационный запас, возможный ежегодный объём заготовок.

Задача № 9. В Дюргюлинском районе РБ на площади 2,3 га обнаружена заросль ландыша майского. Процент площади заросли, занятый ландышем майским (проективное покрытие) составил $19 \pm 0,9$ %. Цена проективного покрытия: $2,5 \pm 0,1$ г/дм². Определите запасы (биологический, эксплуатационный, возможный ежегодный объём заготовок), составьте инвентаризационную ведомость.

Задача № 10. При определении урожайности на ключевом участке процент пятен с толокнянкой составляет 19%. Урожайность составляет $65,1 \pm 2,4$ г/м². Общая площадь — 6,9 га. Определите эксплуатационный запас, возможный ежегодный объём заготовок.

Задача № 11. При определении урожайности на ключевом участке процент пятен с клюквой составляет 25%. Урожайность составляет $55,1 \pm 2,4$ г/м². Общая площадь — 7,9 га. Определите эксплуатационный запас, возможный ежегодный объём заготовок.

Задача № 12. При определении урожайности на ключевом участке процент пятен с багульником болотным составляет 29%. Урожайность составляет $35,1 \pm 2,4$ г/м². Общая площадь — 12,9 га. Определите эксплуатационный запас, возможный ежегодный объём заготовок.

Глава 3. «Стандартизация лекарственного растительного сырья»

Задача № 1. На анализ поступило сырье «Листья мяты перечной». Проведен товароведческий анализ и установлены следующие показатели: содержание эфирного масла — 0,2%, влажность — 17%, зола общая — 13%, органическая примесь — 3%, минеральная примесь — 1%.

Вопросы:

1. Какие показатели не соответствуют требованиям ФС?
2. Дайте заключение, соответствует ли сырье требованиям ФС?
3. Укажите фармакологические свойства и пути использования данного вида сырья.

Задача № 2. На анализ поступило сырье «Листья шалфея». Проведен товароведческий анализ и установлены следующие показатели: содержание эфирного масла — 0,25%, влажность — 7%, зола общая — 3%, органическая примесь — 3%, минеральная примесь — 2%.

Вопросы:

1. Какие показатели не соответствуют требованиям ФС?
2. Дайте заключение, соответствует ли сырье требованиям ФС?
3. Укажите фармакологические свойства и пути использования данного вида сырья.

Задача № 3. На анализ поступило сырье «Трава зверобоя». Проведен товароведческий анализ и установлены следующие показатели: содержание флавоноидов — 1,2%, влажность — 12%, зола общая — 10%, органическая примесь — 1%, минеральная примесь — 0,2%.

Вопросы:

1. Какие показатели не соответствуют требованиям ФС?
2. Дайте заключение, соответствует ли сырье требованиям ФС?
3. Укажите фармакологические свойства и пути использования данного вида сырья.

Задача № 4. На анализ поступило сырье «Листья подорожника большого». Проведен контроль качества и установлены следующие показатели: содержание полисахаридов — 2,2%, влажность — 7%, зола общая — 3%, органическая примесь — 2%, минеральная примесь — 1%.

Вопросы:

1. Какие показатели не соответствуют требованиям ФС?
2. Дайте заключение, соответствует ли сырье требованиям ФС?
3. Укажите фармакологические свойства и пути использования данного вида сырья.

Задача № 5. На анализ поступило сырье «Кора дуба». Проведен товароведческий анализ и установлены следующие показатели: содержание дубильных веществ — 7,2%, влажность — 13%, зола общая — 10%, органическая примесь — 3%, минеральная примесь — 2%.

Вопросы:

1. Какие показатели не соответствуют требованиям ФС?
2. Дайте заключение, соответствует ли сырье требованиям ФС?
3. Укажите фармакологические свойства и пути использования данного вида сырья.

Задача № 6. На анализ поступило сырье «Трава спорыша». Проведен товароведческий анализ и установлены следующие показатели: содержание флавоноидов — 1,2%, влажность — 7%, зола общая — 5%, органическая примесь — 1%, минеральная примесь — 2%. Дайте заключение, соответствует ли сырье требованиям ФС?

Вопросы:

1. Какие показатели не соответствуют требованиям ФС?
2. Дайте заключение, соответствует ли сырье требованиям ФС?
3. Укажите фармакологические свойства и пути использования данного вида сырья.

Задача № 7. На анализ поступило сырье «Цветки календулы». Проведен товароведческий анализ и установлены следующие показатели: содержание флавоноидов — 1,5%, влажность — 7%, зола общая — 13%, органическая примесь — 3%, минеральная примесь — 1%.

Вопросы:

1. Какие показатели не соответствуют требованиям ФС?
2. Дайте заключение, соответствует ли сырье требованиям ФС?
3. Укажите фармакологические свойства и пути использования данного вида сырья.

Задача № 8. На анализ поступило сырье «Корни солодки». Проведен товароведческий анализ и установлены следующие показатели: содержание глицирризиновой кислоты — 2,2%, влажность — 16%, зола общая — 11%, органическая примесь — 3%, минеральная примесь — 1%.

Вопросы:

1. Какие показатели не соответствуют требованиям ФС?
2. Дайте заключение, соответствует ли сырье требованиям ФС?
3. Укажите фармакологические свойства и пути использования данного вида сырья.

Задача № 9. На анализ поступило сырье «Кора крушины». Проведен товароведческий анализ и установлены следующие показатели: содержание антраценпроизводных — 3,2%, влажность — 7%, зола общая — 3%, органическая примесь — 1%, минеральная примесь — 0,5%.

Вопросы:

1. Какие показатели не соответствуют требованиям ФС?
2. Дайте заключение, соответствует ли сырье требованиям ФС?
3. Укажите фармакологические свойства и пути использования данного вида сырья.

Задача № 10. На анализ поступило сырье «Цветки ромашки». Проведен товароведческий анализ и установлены следующие показатели: содержание эфирного масла — 0,5%, влажность — 7%, зола общая — 3%, органическая примесь — 1%, минеральная примесь — 1%.

Вопросы:

1. Какие показатели не соответствуют требованиям ФС?
2. Дайте заключение, соответствует ли сырье требованиям ФС?
3. Укажите фармакологические свойства и пути использования данного вида сырья.

Задача № 11. На анализ поступило сырье «Цветки пижмы». Проведен товароведческий анализ и установлены следующие показатели: содержание эфирного масла — 1,2%, влажность — 17%, зола общая — 10%, органическая примесь — 3%, минеральная примесь — 1%.

Вопросы:

1. Какие показатели не соответствуют требованиям ФС?

2. Дайте заключение, соответствует ли сырье требованиям ФС?
3. Укажите фармакологические свойства и пути использования данного вида сырья.

Задача № 12. На анализ поступило сырье «Трава белладонны». Проведен товароведческий анализ и установлены следующие показатели: содержание алкалоидов — 0,1%, влажность — 7%, зола общая — 12%, органическая примесь — 1%, минеральная примесь — 1%.

Вопросы:

1. Какие показатели не соответствуют требованиям ФС?
2. Дайте заключение, соответствует ли сырье требованиям ФС?
3. Укажите фармакологические свойства и пути использования данного вида сырья.

ЭТАЛОНЫ ОТВЕТОВ К ТЕСТОВЫМ ЗАДАНИЯМ И СИТУАЦИОННЫМ ЗАДАЧАМ

Эталоны ответов к тестовым заданиям

Глава 1. Ресурсоведение лекарственных растений.

1.–1; 2.–4; 3.–2; 4.–1; 5.–1; 6.–2; 7.–3; 8.–4; 9.–5; 10.–1; 11.–2; 12.–3; 13.–4; 14.–2; 15.–1.

Глава 2. Определение запасов лекарственного растительного сырья.

1.–1; 2.–2; 3.–3; 4.–2; 5.–1; 6.–3; 7.–1; 8.–1; 9.–3; 10.–4.

Глава 3. Стандартизация лекарственного растительного сырья.

1.–1; 2.–2; 3.–1; 4.–2; 5.–1; 6.–3; 7.–3; 8.–1; 9.–1; 10.–4; 11.–3.

Эталоны ответов к ситуационным задачам

Глава 1. Ресурсоведение лекарственных растений.

Задача 1. Так как площадь заросли составила 450 га (более 0,5 га), то на данной заросли проводить исследования по изучению запасов целесообразно.

Задача 2. Так как площадь заросли составила 100 га (более 0,5 га), то на данной заросли проводить исследования по изучению запасов целесообразно.

Задача 3. Так как площадь заросли составила 150 га (более 0,5 га), то на данной заросли проводить исследования по изучению запасов целесообразно.

Задача 4. Так как площадь заросли составила 760 га (более 0,5 га), то на данной заросли проводить исследования по изучению запасов целесообразно.

Задача 5. Так как площадь заросли составила менее 0,5 га, то на данной заросли проводить исследования по изучению запасов нецелесообразно.

Задача 6. Данное количество учетных площадок не достаточно. Необходимо было заложить не менее 15 учетных площадок.

Задача 7. В среднем надо закладывать 25-50 учетных площадок. Поэтому данное количество превышает норму.

Глава 2. «Определение запасов лекарственного растительного сырья».

Задача 1. ЭЗ=0,01 т, ВЕОЗ=0,003т.

Задача 2. ЭЗ=0,025 т, ВЕОЗ=0,006т.

Задача 3. ЭЗ=0,213 т, ВЕОЗ=0,027т.

Задача 4. ЭЗ=1,129 т, ВЕОЗ=0,188т.

Задача 5. ЭЗ=1,397 т, ВЕОЗ=0,056т.

Задача 6. ЭЗ=1,572 т, ВЕОЗ=0,393т.

Задача 7. ЭЗ=5,829 т, ВЕОЗ=0,972т.

Задача 8. ЭЗ=0,114 т, ВЕОЗ=0,023т.

Задача 9. ЭЗ=0,177 т, ВЕОЗ=0,029т.

Задача 10. ЭЗ=0,474 т, ВЕОЗ=0,068т.

Задача 11. ЭЗ=0,248 т, ВЕОЗ=0,248т.

Задача 12. ЭЗ=0,408 т, ВЕОЗ=0,045т.

Глава 3. «Стандартизация лекарственного растительного сырья».

Задача 1. 1. Не соответствуют следующие показатели: содержание эфирного масла и влажность.

2. ЛРС не соответствует требованиям ФС и бракуется.

3. Фармакологические свойства: антисептические, спазмолитические, желчегонные. Используются для изготовления препаратов: настойка мяты перечной, ментол, мятное масло.

Задача 2. 1. Не соответствуют следующие показатели: содержание эфирного масла и минеральная примесь.

2. ЛРС не соответствует требованиям ФС и бракуется.

3. Фармакологические свойства: антимикробные, противовоспалительные. Используются для изготовления препаратов: шалфейное масло, салвин.

Задача 3. 1. Не соответствуют следующие показатели: содержание флавоноидов и зола общая.

2. ЛРС не соответствует требованиям ФС и бракуется.

3. Фармакологические свойства: противовоспалительные, желчегонные. Используются для изготовления настоя из травы зверобоя.

Задача 4. 1. Не соответствуют следующие показатели: содержание полисахаридов и органическая примесь.

2. ЛРС не соответствует требованиям ФС и бракуется.

3. Фармакологические свойства: отхаркивающие, обволакивающие, противовоспалительные. Используются для изготовления препаратов: плантоглюцид, сок подорожника.

Задача 5. 1. Не соответствуют все приведенные.

2. ЛРС не соответствует требованиям ФС и бракуется.

3. Фармакологические свойства: антисептические, вяжущие, кровоостанавливающие. Используются для изготовления препаратов: отвар коры дуба.

Задача 6. 1. Все показатели соответствуют требованиям ФС.

2. ЛРС качественное и может быть использовано для медицинских целей.

3. Фармакологические свойства: желчегонные, мочегонные. Используются для изготовления препаратов: настой травы спорыша.

Задача 7. Не соответствуют следующие показатели: зола общая, органическая и минеральная примеси.

2. ЛРС не соответствует требованиям ФС и бракуется.

3. Фармакологические свойства: антисептические, желчегонные, ранозаживляющие. Используются для изготовления препаратов: настойка календулы.

Задача 8. Не соответствуют следующие показатели: содержание глициризиновой кислоты, влажность, зола общая и органическая примесь.

2. ЛРС не соответствует требованиям ФС и бракуется.

3. Фармакологические свойства: противовоспалительные, отхаркивающие, ранозаживляющие, желчегонные. Используются для изготовления препаратов: сироп из корней солодки, фловирин, глицерам, ликвиритон.

Задача 9. Не соответствуют следующие показатели: содержание антраценпроизводных и органическая примесь.

2. ЛРС не соответствует требованиям ФС и бракуется.

3. Фармакологические свойства: слабительное. Используются для изготовления препаратов: рамнил, отвар из коры крушины.

Задача 11. Не соответствуют все показатели.

2. ЛРС не соответствует требованиям ФС и бракуется.

3. Фармакологические свойства: желчегонные, глистогонные, противовоспалительные. Используются для изготовления препаратов: танацехол.

Задача 12. Не соответствуют следующие показатели: содержание алкалоидов, органическая и минеральная примеси.

2. ЛРС не соответствует требованиям ФС и бракуется.

3. Фармакологические свойства: спазмолитические. Используются для изготовления препаратов: экстракт красавки сухой, беллатаминал, бесалол, беллалгин, анузол.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная:

1. Самылина, И.А. Фармакогнозия: учебник / И.А. Самылина, Г.П. Яковлев. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. — 969, [7] с.

Дополнительная:

1. Латинско-русский словарь ботанической и фармакогностической терминологии [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Сост.: Н.В. Кудашкина [и др.]. — Уфа, 2017. Режим доступа: <http://library.bashgmu.ru/elibdoc/elib664.pdf>.
2. Современные препараты из лекарственного растительного сырья [Электронный ресурс]: справочник / Сост.: Ю.Г. Афанасьева [и др.]. — Уфа, 2017. Режим доступа: <http://library.bashgmu.ru/elibdoc/elib676.pdf>.
3. Государственная фармакопея Российской Федерации XIII издания [Электронный ресурс]. — М.: Научный центр экспертизы средств медицинского применения, 2015. — Ч. 1. — 1470 с.
Режим доступа: [//www.femb.ru/feml](http://www.femb.ru/feml).
4. Государственная фармакопея Российской Федерации XIII издания [Электронный ресурс]. — М.: Научный центр экспертизы средств медицинского применения, 2015. — Ч. 1. — 1470 с.
Режим доступа: [//www.femb.ru/feml](http://www.femb.ru/feml).
5. Государственная фармакопея Российской Федерации XIII издания [Электронный ресурс]. — М.: Научный центр экспертизы средств медицинского применения, 2015. — Ч. 1. — 1470 с.
Режим доступа: [//www.femb.ru/feml](http://www.femb.ru/feml).

ПРИЛОЖЕНИЕ

Сроки восстановления запасов лекарственных растений и процент выхода воздушно-сухого сырья из свежесобранного

Вид лекарственного Растения	Продолжительность восстановления запасов, годы	Выход возд.-сух. сырья, %
Аир болотный	5–8	30
Алтей лекарственный	-	35 (22*)
Арника горная	-	20–22
Багульник болотный	5–8 (3–5)	32–36
Бадан толстолистный	10	-
Баранец обыкновен.	6–10	-
Барбарис обыкновен.	5–10	-
Барвинок малый	5–10	-
Барвинок прямой	3	-
Белена черная	-	16–18
Береза (виды;почки)	-	40
Бессмертник песч.	1–2	33 (25*)
Боярышник (виды)	Цветки -	18–20
	Плоды -	25
Брусника обыкновен.	4–6 (3–4)	45
Бузина черная	-	18–20
Безвременник великолепный	15–20 (3–5)	-
Валериана лекарств.	5 (2*)	25
Василек синий	-	20
Вахта трехлистная	1–3	16–18
Володушка золотист.	2	-
Горец змеиный	20–30 (8–12)	25
Горец перечный	-	25
Горец почечуйный	-	20–25
Горец водяной	2	-
Горицвет весенний	3–4 (2–3)	22
Девясил высокий	-	30
Диоскорея ниппон.	20–25 (5–8)	-

Продолжение прил.

Вид лекарственного растения	Продолжительность восстановления запасов, годы	Выход возд.-сух. сырья, %
Донник лекарствен.	-	25
Дуб черешчатый	-	40
Дурман обыкновен.	-	12–14
Душица обыкновен.	3–4	25
Жостер слабительн.	1	17–34
Зверобой (виды)	2–3 (4)	30
Земляника лесная	Листья -	20
	Плоды -	14–16
Золототысячник (виды)	-	25
Калина обыкновен.	10	40
Клопогон даурский	8–10	-
Копеечник альпийск.	2	-
Крапива двудомная	2	25 (22*)
Крестовник плоскол.	3	-
Кровохлебка лекарст.	5	25–48
Крушина ольховидн.	3 (3–5)	40
Кубышка желтая	6	18–10
Кукуруза обыкновен.	-	25
Ландыш (виды)	(тр., л.) 3–5	20
	(цв.) -	14
Лапчатка прямост.	6–7	28–32
Лимонник китайский	-	20–23
Липа (виды)	-	25
Лопух большой	-	26–28
Малина обыкновен.	(плоды) -	16–18
Мать-и-мачеха	(листья) 1	15–20
	(цветки) 1	15
Морозник красн.	3–4	-
Марена красильная	1–2	-
Можжевельник обыкновен.	-	30
Наперстянка Крупноцветковая	2–3	-

Вид лекарственного растения	Продолжительность восстановления запасов, годы	Выход возд.-сух. сырья, %
Одуванчик лекарств.	-	33–35
Ольха (виды)	-	38–40
Папоротник мужской	20–25	30
Первоцвет весенний	(листья) -	22–23
	(к. с к.) -	28–30
Пастушья сумка	-	26–28
Пижма обыкновенн.	-	25
Пион уклоняющийся	(к.и к.) 20	-
Плаун булавовидный	-	6–7
Подорожник больш.	1	15–23
Полынь горькая	(трава) -	22
	(листья) -	24–25
Пустырник (виды)	1	25
Рапontiкум сафлор.	20 (10)	-
Родиола розовая	15	-
Ромашка аптечная	1	20–27
Ромашка зеленая	1	20
Рябина обыкновенн.	-	32
Синюха голубая	-	30–32
Скополия карниол.	10 (низкогорье) 8–10 (высокогорье)	27–32
Смородина черная	-	18–20
Сосна обыкновенная	-	40
Спорынья	-	70–80
Стальник полевой	-	30–47
Сушеница топяная	5	23–25
Термопсис ланцетов.	2	-
Тимьян ползучий	4	25–30
Толокнянка обыкнов.	3–6	50–60
Тысячелистник обык.	2–3 (1–2)	22
Унгерния Виктора	2	-
Фиалка (виды)	-	20–27
Хвощ полевой	2 (3)	25

Окончание прил.

Вид лекарственного растения	Продолжительность восстановления запасов, годы	Выход возд.-сух. сырья, %
Цетрария исландская	20–30	-
Чемерица Лобеля	10	25
Черёда трехразд.	-	15–20
Черемуха обыкновен.	-	42–45
Черника обыкновен.	(побеги) 4–8	-
	(плоды) -	13–18
Чистотел большой	3	23–25
Шиповник (виды)	-	32–58
Щавель конский	3–5	-
Эвкалипт прутовид.	-	43
Эфедрa хвощевая	3–4 (1)	-
Якорцы стелющиеся	-	30

Примечание: в скобках указаны данные, приведенные в работе Н.А. Борисовой и др. (Курск, 1982); в скобках со звездочкой (*) — Т.И. Плехановой (Барнаул, 1980).

Пупыкина Кира Александровна
Хасанова Светлана Рашитовна
Кудашкина Наталья Владимировна
Галиахметова Эльвира Халитовна
Шакирова Рената Ринатовна

**Ресурсоведение и стандартизация
лекарственного растительного сырья**
Учебное пособие

Лицензия № 0177 от 10.06.96 г.
Подписано к печати 07.06.2019 г.
Отпечатано на ризографе с готового оригинал-макета,
представленного авторами.
Формат 60х84 ¹/₁₆. Усл.-печ. л. 6,74.
Тираж 110 экз. Заказ № 71.

450008, г. Уфа, ул. Ленина, 3,
Тел.: (347) 272-86-31, e-mail: izdat@bashgmu.ru
ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России