

Министерство просвещения Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
дополнительного образования «Федеральный центр дополнительного
образования и организации отдыха и оздоровления детей»



ИЗУЧЕНИЕ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ



Министерство просвещения Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение дополнительного образования
«Федеральный центр дополнительного образования и организации отдыха и оздоровления детей»

ИЗУЧЕНИЕ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

НАРОДНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

Москва
2025

УДК 371.398
ББК 74.200.58
И 39

Рекомендуют к печати:

Доцент кафедры биологии и химии ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н. Ульянова»,
кандидат биологических наук Д. А. Фролов

Директор Регионального центра выявления, поддержки и развития способностей и талантов у детей и молодёжи «Мира» ГБУ ДПО РМ «ЦНППМ “Педагог 13.ру”»,
кандидат сельскохозяйственных наук И. А. Хапугин

Составители:

А. В. Панин, И. В. Шилова

Печатается в соответствии с решением педагогического совета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения дополнительного образования «Федеральный центр дополнительного образования и организации отдыха и оздоровления детей» (протокол №6 от 24.12.2024 г.)

И 39 Изучение природных ресурсов лекарственных растений /

Сост. А. В. Панин, И. В. Шилова. — Москва: Народное образование, 2025. — 20 с.

ISBN 978-5-87953-762-8

УДК 371.398
ББК 74.200.58

Введение

В настоящем пособии приведено описание основных полевых методов изучения ресурсных, преимущественно лекарственных растений. Подробно изложены методы изучения структуры сообществ, в которых встречается изучаемый вид растений.

При ознакомлении с методами определения урожайности приведены несколько методов, таких как:

- метод учётных площадок;
- метод модельных экземпляров;
- метод проективного покрытия.

Из методов учёта запаса ресурсных растений дано подробное описание двух наиболее часто используемых методических подходов оценки:

- 1) метода оценки на конкретных зарослях, или промысловых массивах;
- 2) метода оценки на ключевых участках.

Дополнительно приведены методики расчёта величины возможных ежегодных заготовок и картирования запасов ресурсных растений. По большинству из упомянутых разделов приведены примеры расчётов определяемых величин.

Пособие рекомендуется для использования педагогами и обучающимися, осваивающими дополнительные общеобразовательные программы естественнонаучной направленности (профиль — ботаника).

Подбор методик осуществлён в соответствии с подходами современного ботанического ресурсоведения и соответствует актуальной научно-методической литературе, применяемой в настоящее время в данной области (Ботаническое..., 2023).

1. Методика изучения фитоценозов

Геоботанические описания необходимы для того, чтобы получить характеристику растительного сообщества, в котором встречается изучаемый вид растений.

Изучение фитоценоза начинается с заложения пробной площади. Размер пробной площади должен быть 20×20 м.

Для закладки пробной площади достаточно иметь четыре рулетки по 20 м (желательно матерчатые) или два шнура по 40 м каждый, они предварительно размечаются через 20 м. По краям шнура и в его середине готовятся петли такого размера, чтобы в них можно было бы вставить колышки. Колышки рекомендуется заготовить заранее и окрасить их в яркий цвет. Длина колышков — 50–70 см, диаметр — не более 1 см.

Для проведения геоботанических описаний удобно использовать заранее подготовленные бланки описаний. Бланк должен иметь следующие блоки: географическое положение, характеристика местообитания (рельеф, почва, условия увлажнения и освещения, подстилка (для лесных фитоценозов), общая характеристика сообщества (общее покрытие высшими растениями — проективное и истинное), характеристика сообщества по ярусам, флористический список растений.

Видовой состав, запасы фитомассы, продуктивность того или иного фитоценоза определяются условиями местообитания (Тарасов, 1981). Поэтому изучение экологических условий является обязательным элементом биогеоценологического

исследования. К факторам, оказывающим влияние на растения, относятся рельеф, световой и водный режимы, плодородие почвы, механический состав почвы и другие.

Размещение фитоценозов по территории и их продуктивность в условиях Юго-Востока в значительной мере определяются мезорельефом. Элементами мезорельефа являются склоны балок. При изучении фитоценоза необходимо установить, на каком элементе мезорельефа он находится, определить экспозицию склона, его крутизну (угол склона) и протяжённость.

Сильное влияние на характер нижних ярусов леса оказывает освещённость. В тенистых лесах травяной покров иногда совсем отсутствует. Такие леса называются мёртвопокровными. Напротив, в светлых лесах лесные растения вытесняются степными. Силу света измеряют с помощью люксметра и выражают в люксах. Чтобы определить разницу в освещённости в различных фитоценозах, надо измерять силу света в одно и то же время при одной и той же облачности и на одной высоте, например при безоблачном небе на уровне подлеска (1,5 м), в промежутке времени между 12 и 13 часами.

Очень важным показателем является также влажность воздуха, определяемая психрометрами, т. к. лесные фитоценозы сильно отличаются друг от друга по влажности воздуха.

Для изучения почвы фитоценоза делают почвенные разрезы, на которых выделяют почвенные горизонты, определяют их мощность и описывают их в соответствии с методикой, принятой в почвоведении. Затем из каждого горизонта почвы берут пробы для определения влажности и содержания гумуса. Для пересчёта процентного содержания гумуса на вес из каждого горизонта буром берут пробы почвы определённого объёма для установления объёмного веса.

Описание лесного фитоценоза начинают с древесного яруса. Определяют сомкнутость крон (проективное покрытие), которая представляет собой процентное отношение площади крон к общей описываемой площади. Сомкнутость крон принято выражать в десятых долях единицы. Затем определяют высоту деревьев и их возраст.

Для измерения высоты деревьев существуют специальные приборы — высотомеры. При их отсутствии высоту можно измерить эклиметром. При этом отходят от дерева на расстояние, равное 10, 15 или 20 м. Затем окуляр эклиметра направляют на вершину дерева и смотрят, какому углу соответствует риска в прорези, расположенной рядом с окуляром. После этого по таблице 1 находят высоту дерева.

Возраст деревьев определяется по числу годичных колец на пнях. Годичные кольца лучше видны при рассматривании их в лупу. Если лес разнородный и разновозрастный, то нужно определять возраст пней разной толщины по породам.

Для измерения окружности деревьев можно использовать сантиметровую ленту, а высоты травяно-кустарничкового яруса — деревянную или металлическую линейку.

При изучении подроста и всходов к подросту относят молодые деревья, высота которых не превышает $\frac{1}{4}$ высоты верхнего полога. Если лес имеет высоту 16 м, то к подросту относят деревья высотой до 4 м, а более высокие деревья — к древостою.

Всходами принято считать все молодые деревья не выше 10 см. Целесообразно внутри описываемой пробной площади по параллельным трансектам через определённые промежутки, например 2 или 3 м, заложить большое число малых площадок (площадью 1 м² или больше) и подсчитать на них число всходов и подроста каждой породы. Выбор малых площадок можно производить и методом случайного отбора. Учёт деревьев, образующих подрост и всходы, удобнее всего вести по высотным

Таблица 1

Определение высоты дерева при помощи эклиметра
(составлена по тангенсам углов визирования на вершину дерева
с добавлением 1,5 м на рост наблюдателя)

Угол визиро- вания, °	Высота дерева (м) при расстоянии до него (м)			Угол визиро- вания, °	Высота дерева (м) при расстоянии до него (м)		
	10	15	20		10	15	20
30	7,3	10,1	13,0	45	11,5	16,5	21,5
31	7,5	10,5	13,5	46	11,9	17,0	22,2
32	7,8	10,9	14,0	47	12,2	17,6	22,9
33	8,0	11,2	14,5	48	12,6	18,2	23,7
34	8,3	11,6	15,0	49	13,0	18,8	24,5
35	8,5	12,0	15,5	50	13,4	19,4	25,3
36	8,8	12,4	16,0	51	13,9	20,0	26,2
37	9,0	12,8	16,6	52	14,3	20,7	27,1
38	9,3	13,2	17,1	53	14,8	21,4	28,0
39	9,6	13,6	17,7	54	15,3	22,1	29,0
40	9,9	14,1	18,3	55	15,8	22,9	30,1
41	10,2	14,5	18,9	56	16,3	23,7	31,2
42	10,5	15,0	19,5	57	16,9	24,6	32,3
43	10,8	15,5	20,2	58	17,5	25,5	33,5
44	11,2	16,0	20,8	59	18,1	26,5	34,8

группам: 1 — до 10 см (всходы), 2 — от 10 до 50 см (2–5-летние растения), 3 — от 50 до 100 см (5–10-летние растения), 4 — выше 100 см (более 10 лет).

На каждой пробной площади необходимо подсчитывать число особей семенного и порослевого происхождения.

Для оценки обилия травянистых видов в фитоценозах (как в лесных, так в степных и луговых) часто используется шкала, предложенная О. Друде (Drude, 1913), согласно которой приняты следующие ступени обилия:

soc (*sociales*) — растения смыкаются надземными частями, образуя фон;

cop₃ (*copiosae₃*) — растения встречаются очень обильно;

cop₂ (*copiosae₂*) — особей много;

cop₁ (*copiosae₁*) — особей довольно много;

sp (*sparsae*) — растения встречаются в небольшом количестве, рассеянно;

sol (*solitariae*) — растения встречаются в очень малом количестве, редкими экземплярами.

un (*unicum*) — вид встречен на площадке в единственном экземпляре.

При пользовании шкалой Друде неизбежно приходится сочетать представление о количестве экземпляров каждого вида с представлением о покрытии, т. е. о занимаемой им площади. Приблизительно можно принять, что во многих случаях отметка *soc* будет соответствовать покрытию особями данного вида более 90 % площади участка, отметка *cop₃* — 90–70 %, *cop₂* — 70–50 %, *cop₁* — 50–30 %, *sp* — 30–10 %, *sol* — менее 10 %. В тех случаях, когда особей какого-либо вида очень много, но они очень мелкого размера (например, некоторые весенние эфемеры, как крупка и др.), будет иметь место большое расхождение между обилием и покрытием. В этих случаях при пользовании шкалой Друде в основном принимают во внимание именно количество особей, а не площадь покрытия. Могут быть и разные переходные случаи.

Для выявления полного флористического списка можно рекомендовать следующую последовательность осмотра площадки. Сначала её обходят по периметру и записывают все встреченные виды, затем пересекают площадку по диагоналям, дополняют список и одновременно проводят оценку обилия с занесением в бланк.

Все растения, которые не удалось определить непосредственно в полевых условиях, собираются в гербарий с этикеткой, на которой указаны дата, номер описания и условный номер неизвестного вида в списке. После определения этот номер заменяется на соответствующее название вида.

Название типа сообщества (ассоциации) даётся по окончании работы. Для этого используется доминантный подход — в названии ассоциации указываются латинские названия преобладающих видов для каждого из ярусов. Доминанты одного яруса объединяются знаком + («плюс»), а доминанты, расположенные в разных ярусах, разделяются знаком – («минус»). Например, сообщество с преобладанием древостоя березы повислой и участием липы сердцелистной, с доминированием в подлеске бересклета бородавчатого, а в травяно-кустарничковом ярусе — сныти обыкновенной и ландыша майского получает название: асс. *Betula pendula* + *Tilia cordata* – *Euonymus verrucosa* – *Aegopodium podagraria* + *Convallaria majalis*. Если в одном ярусе в качестве содоминантов выступают разные виды, они перечисляются, начиная с более обильного.

2. Методы учёта запаса лекарственных растений

Наиболее часто используют два методических подхода оценки запасов сырья. Это оценка запасов на конкретных зарослях и определение запасов методом ключевых участков. Выбор этих подходов зависит от наличия картографических материалов, эколого-ценотической характеристики вида и от общих задач исследования.

2.1. Оценка величины запасов лекарственных растений на конкретных зарослях (или промысловых массивах)

Метод включает ряд этапов от определения местонахождения заросли до расчётов величин запасов сырья.

Местонахождения заросли устанавливают по топографическим картам, а непосредственно на местности проводится поиск местообитаний, характерных для изучаемого вида. Например, для вахты трёхлистной это будут низовые и переходные болота, а для чабреца — молодые посадки сосны, просеки, опушки боров, степные склоны.

Для определения запаса необходимо знать две величины: площадь заросли и её урожайность (плотность запаса сырья).

2.1.1. Способы определения площади заросли

Способы определения площади заросли зависят от характера произрастания вида. Когда заросль более или менее плотная и её границы хорошо выражены (например, заросль малины на вырубке или багульника на верховом болоте), её очертания приравнивают к какой-либо правильной геометрической фигуре — прямоугольнику,

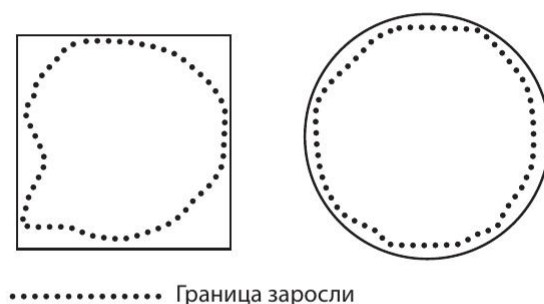


Рис. 1. Сопоставление границ заросли с правильными геометрическими фигурами

квадрату или кругу (рис. 1) и измеряют параметры, необходимые для вычисления площади выбранной фигуры. Когда на однородном участке (леса, болота, луга, склон и т. д.) вид представлен отдельными пятнами (например, пятна ландыша в сосняке или пятна брусники на вырубке), которые составляют менее 50 % от всего участка или растительного сообщества, сначала рассчитывают площадь всего участка вышеуказанным способом, а затем вычисляют процент, занятый пятнами вида. Для этого участок пересекается параллельными и перпендикулярными маршрутными ходами, проложенными через определённое число метров (10, 15, 20) (рис. 2). Затем на этих ходах подсчитывается число шагов, пройденных по пятнам. На практике это осуществляется вдвоём, когда один человек считает длину хода, а второй — число шагов, пройденных по пятну. Далее суммируют число шагов, которые приходятся на пятна отдельно по всем параллельным и перпендикулярным маршрутным ходам для подсчёта площади всех пятен. После подсчёта площади всех пятен их рассматривают уже как одну заросль, после чего рассчитывают процент площади, которую она занимает от площади всего участка.

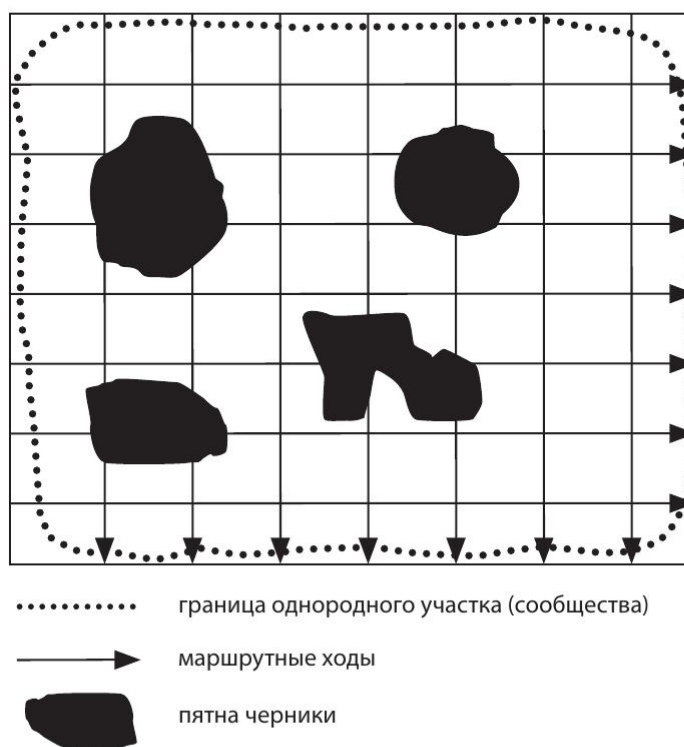


Рис. 2. Маршрутный способ подсчёта площади отдельных пятен вида в пределах однородного участка (сообщества)

2.1.2. Методы определения урожайности лекарственных растений

2.1.2.1. Метод учётных площадок

Для некрупных травянистых и кустарничковых растений, у которых в качестве сырья используют надземные органы (ландыш, брусника, бессмертник и др.), урожайность проще всего определять на учётных площадках. Закладывается серия учётных площадок, размер которых определяется величиной взрослых экземпляров. Для таких травянистых растений, как зверобой продырявленный, ландыш майский, полынь горькая, пустырник пятилопастной, бессмертник песчаный и др., удобно использовать пробные площадки размером 1 м^2 . Для определения урожайности кустарников (малины, калины обыкновенной, крушины ольховидной, шиповников) — 10 м^2 , а для более крупных кустарников и небольших деревьев (жостера слабительного, рябины обыкновенной и др.) — от 10 до 100 м^2 . Оптимальным же считается размер площадки, при котором на ней размещается не менее пяти взрослых экземпляров исследуемых растений. По форме площадки могут быть квадратными, круглыми или прямоугольными.

Внутри одной заросли (рис. 1) учётные площадки закладывают через определённое число шагов (3, 5, 10, 20), независимо от наличия или отсутствия экземпляров изучаемого вида. Но в том случае, если на участке вид представлен отдельными пятнами или куртинами (рис. 2), площадки закладываются только в пределах куртин или пятен. Число площадок должно быть достаточным, чтобы при статистической обработке ошибка среднего арифметического составляла не более 15 % от величины самого среднего арифметического. Чем равномернее распределён вид и больше его обилие, тем меньше надо учётных площадок. В большинстве случаев для определения урожайности достаточно заложить 25 площадок площадью 1 м^2 , хотя бывают случаи, когда необходимо заложить 50, а в некоторых случаях достаточно 15.

Затем на каждой учётной площадке собирают всю сырьевую фитомассу, в соответствии с требованиями инструкции по сбору и сушке конкретного вида. Поскольку урожайность — это величина товарной фитомассы, то всходы, ювенильные (молодые) или повреждённые экземпляры не собирают. Собранный сырьё взвешивают с точностью до 5 %. После подсчёта веса сразу становится ясно, достаточно ли число учётных площадок было заложено. Если заложено 15 учётных площадок и разница между минимальным и максимальным значением фитомассы составила не более чем в 5–7 раз, то можно ограничиться этим числом. При большей разнице необходима закладка дополнительных площадок. Часть собранного сырья может быть впоследствии использована для определения биологически активных соединений с целью химической таксации заросли. Далее вычисляется эксплуатационный запас.

Пример расчёта величины эксплуатационного запаса ландыша майского с применением метода учётных площадок

На заросли площадью 0,25 га (S) было заложено 15 учётных площадок (n), на которых были получены следующие данные по урожайности (x_i) в граммах: 185, 191, 152, 51, 200, 230, 287, 238, 187, 201, 67, 176, 189, 247 и 125.

Среднее арифметическое составило:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = \frac{\sum x_i}{n} = \frac{2726}{15} = 181,7 \text{ г.}$$

Для определения ошибки среднего арифметического (m) следует рассчитать дисперсию (S^2) и среднее квадратическое отклонение (S). Дисперсия рассчитывается по формуле:

$$S^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1} = 4007,78$$

а среднее квадратическое отклонение — $S = 63,3$.

Ошибка среднего арифметического определяется по формуле:

$$m = \frac{S}{\sqrt{n}} = 16,3.$$

Таким образом, среднее значение урожайности (Y) составит:

$$Y = \bar{X} \pm m = 181,7 \pm 16,3 \text{ г/м}^2.$$

Ошибка составляет 9 %, а это значит, что урожайность определена достаточно точно.

Эксплуатационный запас (E) определяется умножением площади заросли на нижний предел величины урожайности:

$$E = S(Y - 2m):$$

$$E = 25\,000(181,7 - 2 \times 16,3) = 372\,750 \text{ г или } 372,7 \text{ кг свежесобранного сырья.}$$

В пересчёте на воздушно-сухое сырьё (в данном случае его выход составляет 20 %) эксплуатационный запас на конкретной заросли будет равен 74,5 кг. Пересчёт на воздушно-сухое сырьё производится по специальным справочникам для каждого вида сырья.

2.1.2.2. Метод модельных экземпляров

При оценке урожайности подземных органов или крупных растений (деревьев или кустарников) метод определения урожайности на учётных площадках становится трудоёмким, поскольку необходимо закладывать площадки большого размера. В этих случаях применяется метод модельных экземпляров. Этот метод удобен и тогда, когда у изучаемого растения легко можно определить границы экземпляра или побега, например у видов шиповника, малины, крушины, пижмы, зверобоя и др. При оценке урожайности этим методом необходимо установить два показателя: численность товарных экземпляров или побегов на единицу площади и среднюю массу сырья одного экземпляра (или побега). Побеги используют в случаях, когда границы отдельных экземпляров чётко невозможно определить или когда сбор сырья с одного экземпляра затруднён (например, цветки липы).

Подсчёт численности товарных экземпляров проводят на учётных площадках, заложенных равномерно в пределах одной заросли или в пределах пятен (куртин). Размер площадок (0,25–10 м²) определяется размерами растения, а число площадок — густотой заросли. Оценка численности экземпляров и их сырьевой фитомассы проводится с точностью до 10 %. Если численность невелика (т. е. на 1 м² приходится менее одного экземпляра), то подсчёт лучше проводить на трансектах, 2 м шириной, заложенных вдоль маршрутных ходов. При этом маршрутные ходы разбиваются

на отрезки в 20, 50 или 100 шагов (чем реже встречается вид, тем крупнее отрезки). Результаты оказываются достоверными, если используются от 25 до 40 отрезков.

Для определения сырьевой массы модельные экземпляры (побеги) отбирают на учётных площадках или трансектах. При этом отбираются все товарные экземпляры без выбора «типичных». Наиболее объективен систематический отбор, когда в качестве модельных отбирается каждый второй, третий или пятый экземпляр (побег) на площадке или трансекте. Число модельных экземпляров зависит от степени их варьирования. При определении массы подземных органов или соцветий бывает достаточно 40–60 модельных экземпляров. Для вегетативных органов — до 100 и более. Если же экземпляры сильно варьируют, то их можно разбить на группы, например экземпляры с одним-тремя побегами или листьями и с большим их числом, или — на вегетативные и генеративные экземпляры. Численность растений записывается отдельно для каждой группы. У каждого модельного экземпляра взвешивается сырьевая фитомасса и определяется среднее значение. Недопустимо при этом проводить взвешивание всех экземпляров вместе и делить потом на число особей, т. к. такой способ не даёт возможности статистической обработки данных. Все цифровые данные заносятся в таблицу (табл. 2).

Таблица 2

Численность товарных и сырьевая фитомасса модельных экземпляров щитовника мужского в конкретной заросли

№№ учётных площадок	Число товарных экземпляров (побегов)	Масса сырья 1 модельного экземпляра (побега), г
1	18	55
2	8	69
3	0	0
4	10	79
и т. д.		
	$x_1 \pm m_1$	$x_2 \pm m_2$

Урожайность рассчитывается как произведение средней численности товарных экземпляров на среднюю массу сырья модельного экземпляра.

Пример расчёта величины эксплуатационного запаса с применением метода модельных экземпляров

На заросли площадью 5 га (S) необходимо определить эксплуатационный запас корневищ щитовника мужского.

Численность экземпляров определялась на трансектах, заложенных на 30 отрезках маршрутного хода по 20 шагов в полосе шириной 2 м. Средняя длина шага — 65 см. Таким образом, на каждом отрезке хода численность товарных экземпляров (x_i) определялась на площади трансекты около 25 м² ($20 \times 0,65 \times 2$).

Вычисление среднего значения ($x_i \pm m_x$) показало, что численность товарных экземпляров на каждом отрезке составила $12,3 \pm 1,26$.

Средняя масса сырья одного экземпляра рассчитывалась на 50 модельных экземплярах. У каждого взвешивались корневища и вычислялась средняя масса, которая составила

$$x_2 \pm m_2 = 74,9 \pm 6,1 \text{ г.}$$

Урожайность (Y) рассчитывается по формуле

$$Y = (x_1 \pm m_1) \times (x_2 \pm m_2),$$

где

$$x_1 \times x_2 = 12,3 \times 74,9 = 921,3 \text{ г},$$

а ошибка произведения средних ($m_{1,2}$) имеет формулу:

$$m_{1,2} = \sqrt{(\bar{x}_1 m_2)^2 + (\bar{x}_2 m_1)^2} = \sqrt{(12,3 \times 6,1)^2 + (74,9 \times 1,26)^2} = \sqrt{14530,7} = 120.$$

Таким образом, урожайность на 25 м² составляет 921 ± 120 г, а на 1 м² — 36,8 ± 4,8 г. В пересчёте на кг/га урожайность будет равна 368 ± 48 кг/га.

Эксплуатационный запас сырья на всей заросли равен произведению её площади и урожайности по нижнему пределу, т. е.:

$$E = (Y - 2m_{1,2}) \times S = (368 - 2 \times 48) \times 5 = 1360 \text{ кг свежесобранного сырья.}$$

В пересчёте на воздушно-сухое сырьё (его выход составляет 30 %) эксплуатационный запас оценивается в 408 кг.

2.1.2.3. Метод проективного покрытия

Для низкорослых травянистых растений, стелющихся кустарничковых и полукустарничковых жизненных форм (брусника, толокнянка, чабрец) оценку урожайности проводят по проективному покрытию. При этом устанавливают две величины: среднее проективное покрытие вида и выход массы сырья с 1 % проективного покрытия, т. е. «цену» 1 % проективного покрытия. Проективное покрытие определяют квадрат-сеткой или глазомерно. Квадрат-сетка представляет собой рамку площадью 1 м², разделённую проволокой или леской на 100 квадратов по 1 дм². Каждый квадрат составляет 1 % площади. Рамку накладывают на растения внутри учётной площадки и определяют, сколько квадратов полностью или более чем наполовину закрыто надземными частями изучаемого вида. Наиболее простым является глазомерный метод определения проективного покрытия. Он проводится так: глядя на учётную площадку сверху, оценивают, какой процент занимали бы растения, если бы они плотно прилегали друг к другу. Этот метод наименее точен и доступен только опытным, натренированным исследователям.

Для определения «цены» 1 % проективного покрытия на каждой площадке срезается и взвешивается сырьё с 1 дм². Поскольку эта величина будет отличаться в разных растительных сообществах и в разных экологических условиях, то «цену» 1 % проективного покрытия необходимо рассчитывать для каждой обследованной заросли. Полученные данные заносятся в таблицу (табл. 3).

Таблица 3

Проективное покрытие листьев брусники и его «цена» в конкретной заросли

№ учётных площадок	% проективного покрытия в 1 м ² x_n	«Цена» 1 % проективного покрытия (масса сырья в 1 дм ²), г x_n
1	50	25
2	0	0
3	20	40
и т. д.		
	$x_1 \pm m_1$	$x_2 \pm m_2$

Урожайность равна произведению среднего % проективного покрытия на «цену» 1 % проективного покрытия. Остальные величины (статистические ошибки, эксплуатационный запас) рассчитываются по аналогичным формулам расчёта, которые использовались при работе методом модельных экземпляров.

Пример расчёта величины эксплуатационного запаса с применением метода проективного покрытия

На заросли площадью 0,8 га (S) требуется определить эксплуатационный запас листьев брусники. Для этого было заложено 30 учётных площадок по 1 м² каждая, на которых вычислялись процент проективного покрытия (x_1) и масса сырья с 1 дм² (x_2) или «цена» 1 % проективного покрытия. Среднее значение проективного покрытия ($x_1 \pm m_1$) составило $32 \pm 2,8$ %, а средняя «цена» 1 % проективного покрытия:

$$x_2 \pm m_2 = 4,3 \pm 1,2 \text{ г/дм}^2.$$

Урожайность рассчитывается как произведение средних значений проективного покрытия и «цены» 1 % проективного покрытия:

$$Y = (x_1 \pm m_1) \times (x_2 \pm m_2),$$

где $x_1 \times x_2 = 137,6 \text{ г/м}^2$, или 1376 кг/га,

$$m_{1,2} = \sqrt{(\bar{x}_1 m_2)^2 + (\bar{x}_2 m_1)^2} = \sqrt{(32 \cdot 1,2)^2 + (4,3 \cdot 2,8)^2} = 40,2$$

$E = (Y - 2m_{1,2}) \times S = (1376 - 80,4) \times 0,8 = 1036,4 \text{ кг}$ свежесобранного сырья, или 466,4 кг воздушно-сухого.

Метод определения запасов на конкретных обследованных зарослях даёт достоверные, но не полные сведения о ресурсах. Его целесообразно использовать для организации заготовок, т. к. он указывает местоположение каждой заросли, её площадь и эксплуатационный запас. Однако данные этого метода быстро устаревают, т. к. заросли могут быть распаханы, отведены под строительство и т. д. Поэтому необходимы повторные исследования через 10–15 лет.

2.2. Оценка величины запасов лекарственного сырья на ключевых участках

Для того чтобы успешно использовать этот метод, необходимы три условия:

1) растения должны иметь чёткую приуроченность либо к определённым элементам рельефа, либо к определённым растительным сообществам, либо к определённым почвам. Конечно, приуроченность растений к определённым типам угодий не абсолютна. Какой-то процент площади леса или другого выдела может оказаться либо вовсе без изучаемого растения, либо его численность будет настолько мала, что этот участок будет непригоден для проведения заготовок. Поэтому при использовании данного метода необходимо наличие дополнительной информации (уровень освещённости, сомкнутости древостоя, влажности и т. д.), которая позволяет более точно определить вероятность нахождения конкретного вида;

2) наличие крупномасштабных карт или планов с выделенными на них элементами рельефа, к которым были бы приурочены исследуемые растения;

3) хорошее знание растительности изучаемого района.

Методом ключевых участков можно определять запасы таких видов, как аир болотный, аралия маньчжурская, брусника, толокнянка, элеутерококк колючий и др. Число ключевых участков должно быть достаточным, чтобы можно было получить достоверные данные по характеру размещения и урожайности расположенных на них зарослей.

Размеры ключевого участка могут быть различными. Чем больше степень неоднородности растительного покрова, тем они крупнее. Обычно площадь ключевого участка составляет от одного до нескольких км². При этом ключевыми участками должно быть

охвачено не менее 10 % площади потенциально продуктивных угодий, на которых вид может образовать промысловые массивы.

Выбор ключевых участков зависит от конкретных растений. Например, при определении запасов багульника, толокнянки или бессмертника, которые приурочены к сосновым лесам, ключевые участки надо закладывать: для багульника — в сфагновых сосняках, для толокнянки — в сосняках-беломошниках, а также на вырубках и гарях этого типа леса. Для бессмертника они должны закладываться в молодых посадках сосны на песчаных почвах, а также в редкостойных сосняках, на просеках, на участках песчаных степей. Недопустимо закладывать ключевые участки специально в пределах зарослей, т. к. при этом могут быть получены завышенные данные. Поэтому ключевые участки, так же как и учётные площадки, закладываются строго систематически: либо по плану лесонасаждений, картам или непосредственно на местности (например, каждый третий или пятый выдел соответствующего леса в квартале).

Когда ключевой участок однороден по растительному покрову и экземпляры на нём распределены более или менее равномерно (например, горный склон с отдельными кустами барбариса), нет необходимости определять процент площади, занятой зарослью. Через ключевой участок прокладываются несколько трансект, на которых подсчитываются численность (или проективное покрытие) и урожайность. Далее рассчитывается средняя урожайность на весь ключевой участок с указанием типа угодья, для которого она характерна.

Когда растения размещены неравномерно, в первую очередь следует определить процент площади, занятой растениями (или их группами) в пределах ключевого участка. Для этого через ключевой участок прокладывают несколько маршрутных ходов шириной 1 м, отмечая на них протяжённость зарослей (в метрах). Затем рассчитывается средний процент площади, занятой зарослями (например, процент зарослей черники от общей площади квартала с сосняком-черничником). Далее обычными методами определяется урожайность.

В обоих случаях следующий шаг — это экстраполяция полученных данных. В первом случае вычисляется средняя урожайность на каждом ключевом участке. Затем ключевые участки группируются на высокоурожайные, среднеурожайные и низкоурожайные и по первым двум группам рассчитывается среднее значение урожайности. В случае неравномерного размещения вида рассчитывается средний процент площади заросли во всех ключевых участках, а затем определяется средняя урожайность для всех зарослей на всех ключевых участках.

Площадь потенциально продуктивных угодий рассчитывается по картографическим материалам с помощью палетки или весовым способом. Палетка представляет собой прозрачную пластинку, разграфлённую на клетки площадью 1 см². Она накладывается на тот из контуров карты, площадь которого надо измерить. Далее производится подсчёт клеток, полностью или наполовину покрывающих контур и, зная масштаб карты, определяется площадь контура. Более точным является весовой способ, когда контур копируется на кальку, копия вырезается и взвешивается на аналитических весах. Для перевода весовых показателей в значения площади вырезается и взвешивается квадрат (например, площадью 1 дм²). По масштабу карты определяется, какой площади соответствует квадрат и, сопоставляя его вес с весом контура, высчитывается площадь последнего.

Для расчётов эксплуатационного запаса сырья на всей обследованной территории берётся процент, занятый промысловыми зарослями, и умножается на среднюю

урожайность ключевых участков. Следует помнить, что экстраполяцию можно проводить только для однотипных условий растительного покрова.

Пример расчёта величины эксплуатационного запаса ландыша майского методом ключевых участков

В качестве ключевого участка был выбран сосняк с дубом во втором ярусе. В пределах участка было проложено 8 параллельных маршрутных ходов, общей протяжённостью 2,5 км. Отрезки ходов составляли 100 шагов.

Процент пятен с ландышем колебался от 12 до 60 % и составлял в среднем 31 %.

Для определения урожайности было заложено 30 учётных площадок. Средняя урожайность на площадках составила

$$Y = 45,4 \pm 5,6 \text{ г}, \text{ или } 454 \pm 56 \text{ кг/га}.$$

Общая площадь ключевого участка (S) составила 137 га, а эксплуатационный запас на нём:

$$E = (454 - 2 \times 56) \times \frac{137 \times 31}{100} = 14524 \text{ кг},$$

свежесобранного сырья, или 2,8 т воздушно-сухого.

Для расчёта величины запаса на всей обследованной территории необходимо знать средний процент площади, занятый промысловыми массивами ландыша, а также среднюю урожайность и общую площадь аналогичных территорий области. Для этого в сосняках с участием дуба было заложено 15 ключевых участков.

В каждом из них процент площади, занятой ландышем, составил: 30; 5; 0; 0; 20; 15; 0; 35; 0; 10; 15; 0; 0; 15; 5. В среднем — 10 %. Определение средней урожайности на ключевых участках, где имелись заросли ландыша: $Y_i \pm m_i \text{ (г/м}^2\text{)}$ дало следующие результаты:

$45,4 \pm 5,6$	$59,2 \pm 9,9$	$42,2 \pm 4,6$
$64,8 \pm 7,2$	$84,0 \pm 10,6$	$31,0 \pm 2,7$
$50,0 \pm 6,0$	$48,3 \pm 3,7$	$57,5 \pm 4,9$

Средняя урожайность на всех зарослях составила:

$$\bar{Y} \sum = \frac{\sum Y_i}{n} = \frac{482,2}{9} = 53,9 \text{ г/м}^2$$

или 539 кг/га, а её ошибка:

$$m = \frac{\sum m_i^2}{n} = \frac{\sqrt{395,7}}{9} = \frac{19,89}{9} = 2,2.$$

Таким образом, нижний предел урожайности равнялся:

$$\bar{Y} \sum - 2m = 539 - 2 \times 22 = 492 \text{ кг/га}.$$

Общая площадь сосняков в пределах области, по данным таксационных описаний, составила 3 тыс. га. Значит, зарослями ландыша занято не более 10 %, т. е. не более 300 га. Эксплуатационный запас на этой территории равнялся $492 \times 300 = 147\,600$ кг свежесобранного сырья, или 29,4 т воздушно-сухого.

Оценка запасов методом ключевых участков даёт менее точные, но более полные и стабильные данные. Их целесообразно использовать для планирования объёмов заготовок по районам и областям. Для практической организации заготовок этот метод даёт меньше информации.

2.3. Расчёт величины возможных ежегодных заготовок

Эксплуатационный запас показывает, сколько сырья можно заготовить при однократной эксплуатации заросли. Однако многочисленные примеры говорят о том, что ежегодная заготовка на одной и той же заросли возможна только в тех случаях, когда используются плоды, да и то лишь у тех растений, которые размножаются в основном вегетативным путём (например, плоды черники, брусники). Во всех остальных случаях необходимо рассчитывать объёмы возможных ежегодных заготовок. Для этого необходимо знать, за сколько лет заросль после заготовки восстанавливает свои первоначальные параметры. К настоящему времени экспериментальных данных о восстановлении запасов лекарственных растений немного (они известны приблизительно для 30 видов). Для остальных видов можно указать только ориентировочную периодичность заготовок. Например, для соцветий и надземных органов однолетников — раз в 2 года, многолетников — раз в 4–6 лет, а для подземных органов — раз в 15–20 лет.

Объём возможной ежегодной заготовки сырья $V_{\text{вез}}$ рассчитывается как частное от деления эксплуатационного запаса на год заготовки ($t_{\text{загот.}}$) и продолжительности периода восстановления заросли ($t_{\text{восст.}}$), сумма которых составляет оборот заготовки:

$$V_{\text{вез}} = \frac{E}{t_{\text{загот.}} + t_{\text{восст.}}}$$

Так, если эксплуатационный запас ландыша равен 29,4 т, объём возможной ежегодной заготовки составит:

$$V_{\text{вез}} = \frac{29,4}{1+5} = 4,9 \text{ т,}$$

поскольку известно, что ландыш восстанавливает свои запасы за 3–5 лет. При этом имеется в виду, что целая заросль эксплуатируется один раз в 6 лет, а не $\frac{1}{6}$ часть запаса заросли ежегодно. В этой связи целесообразно чередовать планы заготовки сырья разных растений с необходимым перерывом по районам и областям. Такая мера может обеспечить достаточный период времени для восстановления запасов каждого заготавливаемого растения.

Все полученные данные сводятся в инвентаризационные ведомости отдельно для каждого растения (табл. 4 и 5).

Описанные здесь два метода учёта запасов не являются единственными. Разработаны методы с использованием аэрофотоснимков, фотоплощадок, которые предусматривают специальную подготовку и навыки исследователя. Существуют методы определения запасов лекарственных растений горных территорий, где мозаичность растительного покрова наиболее велика.

Таблица 4

Инвентаризационная ведомость конкретных зарослей ландыша майского

№ заросли	Местонахождение заросли	Растительное сообщество	Площадь заросли (га)	Число учётных площадок	Урожайность (г/м ² свежего сырья)	Эксплуатационные запасы (кг воздушно-сухого сырья)
1	Воронежская обл., в 10 км к востоку от пос. Хохол, долина р. Красавица	Дубняк ландышевый	0,25	15	181,3±16,3	75,3

Инвентаризационная ведомость ключевых участков ландыша майского

№ ключевого участка	Местонахождение	Растительное сообщество	Площадь ключевого участка (га)	Процент площади, занятой зарослью	Урожайность (кг/га свежего сырья)	Эксплуатационный запас (т воздушно-сухого сырья)
1	Ленинградская обл., Волосовский р-н, окр. с. Хотнежи	Сосняк беломошно-вересковый	137	31	454±56	2,8

3. Определение сырьевой продуктивности и урожайности лекарственных растений

3.1. Методика определения сырьевой продуктивности и урожайности

Общая продуктивность — это способность живых организмов создавать, консервировать и трансформировать органическое вещество. Сырьевая продуктивность растений — это количество сырья, выраженное в единицах массы, приходящееся в среднем на одно растение определённого возраста. Урожайность сырья — это средний урожай сырья с единицы площади. Урожайность можно рассчитать исходя из данных по продуктивности.

При оценке сырья ресурсных видов, в т. ч. лекарственных растений, продуктивность и урожайность определяют: при сборе исходного материала для предварительной оценки популяции в естественных местообитаниях, при изучении онтогенеза (жизненного цикла), при изучении сроков посева и густоты стояния растений, при изучении способов размножения растений, при сравнительном изучении популяций и клонов, при географических испытаниях популяций.

Площадь учётных делянок — в зависимости от цели исследования — 0,6–12 м²; форма делянок квадратная, прямоугольная или удлинённая. При этом длинные узкие делянки полнее охватывают пестроту земельного участка и обеспечивают лучшую сравнимость вариантов и повторений в опыте. Повторность четырёхкратная. Делянки выбирают в зарослях (или на поле в культуре) компактно. Каждую делянку этикетировывают. С краев участка и между делянками оставляют защитную полосу.

Фазу уборки, а также возрастные сроки уборки урожая определяют при изучении онтогенеза или в опыте по изучению динамики нарастания сырьевой массы и накопления действующих веществ.

При одновременном наступлении фаз развития растений по всем вариантам опыта уборку продуктивной массы проводят в возможно более сжатые сроки. При неодновременном наступлении фаз развития растений (например, при изучении популяций) уборку проводят по мере наступления соответствующей фазы развития растений.

Для определения средней сырьевой продуктивности растений отбирают пробы (выборки). В каждой пробе $n = 20–30$ растений. Пробы берут в ряду подряд или через равные промежутки.

Учёт урожая сырья проводят прямым или сплошным (наиболее точный), а также косвенным (по пробным снопам и площадкам, метровкам и т. д.) методами. При недостаточном количестве посевного материала учёт урожая проводят косвенным методом.

Перед началом уборки урожая сырья проверяют наличие и правильность расстановки этикеток. Определяют густоту стояния (число растений на одном погонном метре) и площадь питания растений. При наличии на делянках выпадов, обусловленных стихийными явлениями природы, случайными повреждениями, или ошибок, допущенных во время работы, делают выключения. Перед уборкой подземных органов с делянки скашивают и удаляют надземную часть растений. В некоторых опытах проводят её учёт. Урожай учитывают по вариантам и повторениям. Взвешивают сырую, а после сушки и воздушно-сухую массу сырья.

Сырьё, собранное с учётных делянок каждого повторения опыта, снабжают этикеткой, на которой указывают наименование вида, название опыта, номер варианта, номер повторения, массу сырья и дату сбора. При многократном укосе надземной массы общий урожай получают суммированием сборов сырья каждого укоса. Среднюю пробу для товароведческих и химических анализов отбирают из объединённой массы сырья всех повторений каждого варианта. Данные по учёту сырья каждого варианта подвергают статистической обработке. Урожайность сырья пересчитывают на 100 м² (в килограммах) или на 1 га (в тоннах).

Вычисляют выход действующих веществ с единицы площади зарослей или посадок (посева).

Данные по учёту сырьевой продуктивности и урожайности записывают в журнал, где имеются графы: наименование вида, название опыта, вариант и повторение, возраст растения, число и площадь убранных растений, площадь питания, площадь учётной делянки, наименование сырья, масса сырого и сухого сырья, процент усушки, результаты химических анализов.

В итоге определения сырьевой продуктивности и урожайности даётся предварительная экономическая оценка стоимости сырья (себестоимость 1 кг или 1 ц продукции).

У всех растений, выкопанных с 1 пог. м (с опытных и контрольных делянок) изучают: высота растения; число побегов, а после скашивания вновь отросших побегов, — их масса; число и масса листьев; число плодов отдельно зрелых и зелёных.

После изучения от каждой партии сырья отбирают (один с опытного и один с контрольного) образцы для химического анализа.

При проведении опыта следует отмечать дату сбора (укоса), дату понижения среднесуточной температуры ниже 15°.

На основании математического анализа данных устанавливают преимущество того или иного способа уборки сырья.

3.2. Определение срока уборки сырья

Масса лекарственного сырья и количественное содержание действующих веществ в сырье изменяются в зависимости от сезонной фазы развития и возраста растений.

Оптимальный срок уборки сырья определяется путём изучения возрастной и сезонной динамики накопления сырьевой массы и действующих веществ в сырье. Для этого периодически берут пробы растений и проводят изучение их количественных признаков.

Однолетние растения изучают в течение трёх лет. Пробы (30 растений) берут в основные фазы сезонного развития растений (пять проб).

Для получения сравнительных данных по динамике продуктивности и содержания действующих веществ у многолетних растений изучают одновременно растения одного,

двух-, трёхлетнего возраста (при уборке сырья на третий год, трёхлетняя культура). Для этого посев (посадку) проводят ежегодно в течение пяти лет. Пробы отбирают ежегодно в течение вегетационного периода через каждые 15–20 дней, начиная от фазы проростков, по 20–30 растений.

При закладке опыта важно сделать правильный расчёт получения полноценных растений, необходимых для изучения. Для этого следует исходить из расчёта $n = 30$.

При обработке пробы проводят измерение (высоты и диаметра) и взвешивание подземной и надземной частей растения, определяют массу сырьевых частей растений, устанавливают процент усушки сырья. Для химического анализа отбирают средний образец.

Полученные результаты обрабатывают статистически. Вычисляют среднюю арифметическую, ошибку средней арифметической, коэффициент вариации.

По данным продуктивности и содержания действующих веществ составляют графические кривые. Анализ их позволяет выбрать оптимальный возраст и фазу развития растений для заготовки сырья.

4. Картирование запасов лекарственных растений

Поскольку работы по учёту запасов проводятся с использованием картографического материала, на его основе можно составлять карты размещения ресурсов. При этом каждый тип карт имеет своё назначение. Крупномасштабные карты и планы (масштабов 1 : 25 000, 1 : 50 000, 1 : 100 000) служат для отражения и размещения конкретных зарослей в пределах района или небольшого по площади участка местности. Среднемасштабные карты (1 : 600 000) могут быть использованы для планирования заготовок по отдельным районам области или республики. Мелкомасштабные карты (1 : 1 000 000, 1 : 2 500 000) предназначаются для планирования размещения заготовок по областям, краям и республикам. Они могут использоваться для специализации районов по заготовке отдельных видов лекарственного растительного сырья.

Исходным материалом для составления схематических карт являются сводки по запасам и планы с нанесёнными на них контурами площадей промысловых массивов. К картам составляется соответствующая легенда, в которой либо цветовыми, либо цифровыми способами указываются запасы и площади промысловых массивов ресурсных, прежде всего лекарственных растений. В настоящее время создан ряд атласов ресурсов лекарственных растений, а для отдельных регионов разработаны подробные карты их размещения.

Рекомендуемая литература

1. Ботаническое ресурсоведение: классификация и оценка запасов полезных растений: учеб.-метод. пособие / под общ. ред. А. Л. Буданцева. — СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2023. — 100 с.
2. Буданцев А. Л., Харитонова Н. П. Ресурсоведение лекарственных растений: Методическое пособие к производственной практике для студентов фармацевтического факультета СПбХФА. — СПб., 2003. — 86 с.
3. Демиденко, Г. А. Фитолечебные ресурсы: учебное пособие / Г. А. Демиденко; Красноярский государственный аграрный университет. — Красноярск, 2020. — 224 с.
4. Фармакогнозия: учебник / Е. В. Жохова [и др.]. — Москва: Изд-во ГЭОТАР-Медиа, 2023. — 544 с.
5. Полевая практика по экологической ботанике / Ред. А. О. Тарасов. Саратов, 1981. — 90 с.
6. Растения для нас. Справочное издание. — СПб., 1996. — 653 с.

Содержание

Введение.	3
1. Методика изучения фитоценозов.	3
2. Методы учёта запаса лекарственных растений	6
2.1. Оценка величины запасов лекарственных растений на конкретных зарослях (или промысловых массивах)	6
2.1.1. Способы определения площади заросли	6
2.1.2. Методы определения урожайности лекарственных растений.	8
2.1.2.1. Метод учётных площадок	8
2.1.2.2. Метод модельных экземпляров	9
2.1.2.3. Метод проективного покрытия.	11
2.2. Оценка величины запасов лекарственного сырья на ключевых участках	12
2.3. Расчёт величины возможных ежегодных заготовок	15
3. Определение сырьевой продуктивности и урожайности лекарственных растений	16
3.1. Методика определения сырьевой продуктивности и урожайности	16
3.2. Определение срока уборки сырья	17
4. Картирование запасов лекарственных растений	18
Рекомендуемая литература.	18
Содержание	19

Изучение природных ресурсов лекарственных растений

Сост. А В. Панин, И. В. Шилова

Учебно-методическое издание

Оригинал-макет: Алексей Панин

Корректурa: Людмила Асанова

Обложка: Ирина Махлай

Подписано к печати 31.03.2025

Формат 60 х 90/8

Бумага офсетная. Гарнитура таймс.

Усл. печ. л. 2,5. Заказ № 2903

АНО ИД «Народное образование»

109341 Москва, ул. Люблинская, д. 157, корп. 2

E-mail: narob@yandex.ru www.narodnoe.org

Отпечатано в типографии ИД «Народное образование»

Москва, ул. Люблинская, д. 157, корп. 2

Тел.: (495) 345 52 00

ISBN 978-5-87953-762-8



9 785879 537628