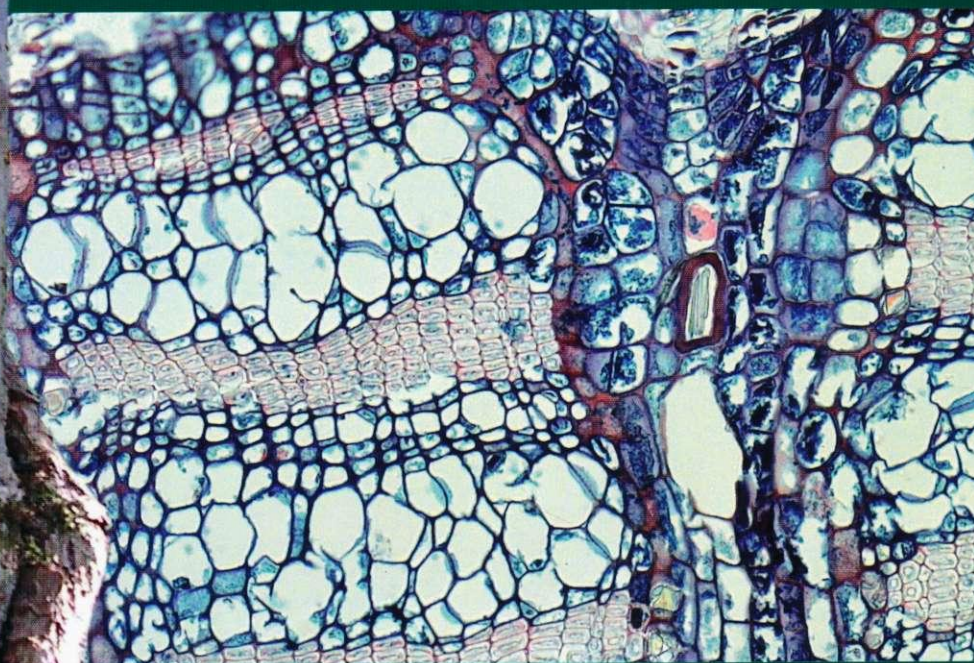




В.М. Еремин  
А.В. Копанина

# АТЛАС

АНАТОМИИ КОРЫ



деревьев, кустарников и лиан  
Сахалина  
и Курильских островов



---

RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES  
FAR EASTERN BRANCH  
INSTITUTE OF MARINE GEOLOGY AND GEOPHYSICS  
SAKHALIN BRANCH OF BOTANICAL GARDEN-INSTITUTE

**Viktor M. Yeremin**

**Anna V. Kopanina**

**ATLAS**  
**OF THE BARK ANATOMY OF TREES,**  
**SHRUBS AND LIANAS**  
**OF SAKHALIN AND THE KURIL ISLANDS**

Brest

2012

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК  
ДАЛЬНЕВОСТОЧНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ  
ИНСТИТУТ МОРСКОЙ ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ  
САХАЛИНСКИЙ ФИЛИАЛ БОТАНИЧЕСКОГО САДА-ИНСТИТУТА

**В.М. Еремин**

**А.В. Копанина**

# **АТЛАС**

## **АНАТОМИИ КОРЫ ДЕРЕВЬЕВ, КУСТАРНИКОВ И ЛИАН САХАЛИНА И КУРИЛЬСКИХ ОСТРОВОВ**

Брест

2012

УДК 581.824  
ББК 28.56  
Е 71

*Исследования и издание атласа осуществлены при финансовой поддержке РФФИ (гранты № 07-04-00881а, № 07-05-10070), а также ДВО РАН (гранты № 07-III-Д-06-067, № 07-III-Д-06-060, 07-III-Д-08-097).*

Издано по решению Ученых советов Учреждений РАН: Института морской геологии и геофизики ДВО РАН и Сахалинского филиала Ботанического сада-института ДВО РАН.

Ответственный редактор: Е.С. Чавчавадзе, доктор биологических наук, Учреждение РАН Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН.

Рецензенты: д.б.н. Л.Л. Новицкая, д.б.н., профессор А.В. Бобров

Е 71 **В.М. Еремин, А.В. Копанина.** Атлас анатомии коры деревьев, кустарников и лиан Сахалина и Курильских островов / отв. ред. д.б.н. Е.С. Чавчавадзе. – Брест, 2012. – 896 с.

ISBN 978-985-6970-42-2

Настоящий атлас представляет первое обобщение по анатомии коры представителей арборифлоры Сахалина и Курильских островов. Атлас включает описания структуры коры 116 видов из 29 семейств различных жизненных форм древесных растений: деревьев, лиан, кустарников и некоторых кустарничков. Классические описания структуры коры древесных растений, ее тканей и элементов, выполнены на основе оригинальных материалов, иллюстрированы цветными микрофотографиями. Выявлены возрастные изменения коры и некоторые характеристики онтогенетических преобразований анатомо-морфологических структур коры и её отдельных компонентов.

Атлас адресован широкому кругу ботаников (анатомам, морфологам, физиологам, систематикам, экологам), а также преподавателям, аспирантам и студентам биологического профиля.

Иллюстраций 1280, таблиц 3, библиография 188 наименований.

The Atlas is the first broad statement on the bark anatomy of the arboreflora species within Sakhalin and the Kuril Islands. The Atlas includes the description of the bark structure of 116 species from 29 families of different life forms of arboreal plants. Classic descriptions of arboreous plants bark structures, bark tissues and elements has been made on the basis of original materials and illustrated with colour microphotoes. Bark aging changes and the character of ontogenetic transformations of anatomo-morphological bark structure have been exposed.

The atlas is addressed to a widerange of botanists (anatomists, morphologists, physiologists, taxonomists, ecologists) as well as to teachers, postgraduates and students who are specializing in biology.

Pics 1280, Tabs 3, Bibliogr 188.

УДК 581.824  
ББК 28.56

ISBN 978-985-6970-42-2

© ИМГиГ ДВО РАН, 2012  
© СФ БСИ ДВО РАН, 2012

## Contents

Preface .....	5
Introduction .....	8
List of abbreviation of designation for illustration.....	10
<b>Chapter 1.</b> Bark anatomy of woody plant is the object of scientific research.....	12
1.1. General bark structure .....	12
1.2. Description of the bark tissue .....	13
1.3. Ontogenesis changes of the bark structure .....	18
1.4. Influence ecological factors on the bark structure .....	20
1.5. Diagnostic characters of a bark .....	24
<b>Chapter 2.</b> Material and methods .....	26
<b>Chapter 3.</b> The bark anatomy of trees, shrubs and lianas of Sakhalin and Kuril Islands.....	33
3.1. <i>Division</i> Pinophyta.....	33
<i>Family</i> Pinaceae Lindl. ....	33
<i>Family</i> Cupressaceae Rich. ex Bartl. ....	117
<i>Family</i> Taxaceae S. F. Gray .....	139
3.2. <i>Division</i> Magnoliophyta .....	147
<i>Family</i> Magnoliaceae Juss. ....	147
<i>Family</i> Schisandraceae Blume .....	157
<i>Family</i> Ranunculaceae Juss. ....	164
<i>Family</i> Ulmaceae Mirb. ....	171
<i>Family</i> Moraceae Link .....	187
<i>Family</i> Fagaceae Dumort. ....	196
<i>Family</i> Betulaceae S. F. Gray .....	216
<i>Family</i> Myricaceae Blume .....	286
<i>Family</i> Juglandaceae A. Rich. ex Kunth .....	295
<i>Family</i> Salicaceae Mirb. ....	302
<i>Family</i> Actinidiaceae Hutch. ....	424
<i>Family</i> Ericaceae Juss. ....	439
<i>Family</i> Thymelaeaceae Juss. ....	474
<i>Family</i> Hydrangeaceae Dumort. ....	482
<i>Family</i> Grossulariaceae DC. ....	503
<i>Family</i> Rosaceae Juss. ....	509
<i>Family</i> Rutaceae Juss. ....	601
<i>Family</i> Anacardiaceae Lindl. ....	624
<i>Family</i> Aceraceae Juss. ....	635
<i>Family</i> Cornaceae Dumort. ....	676
<i>Family</i> Araliaceae Juss. ....	691
<i>Family</i> Aquifoliaceae Bartl. ....	712
<i>Family</i> Celastraceae R. Br. ....	724
<i>Family</i> Vitaceae Juss. ....	777
<i>Family</i> Oleaceae Hoffm. et Link .....	802
<i>Family</i> Caprifoliaceae Juss.....	816
Identification key of bark anatomical character for species of trees, shrubs and lianas of Sakhalin and Kuril Islands .....	866
Conclusion .....	879
References .....	880
Glossary .....	884
Alphabetical index names of species, genus and families .....	892



## Оглавление

Предисловие .....	5
Введение .....	8
Список сокращений к иллюстрациям .....	10
<b>Глава 1. Кора древесных растений как объект научных исследований</b> .....	12
1.1. Общее строение коры .....	12
1.2. Характеристика тканей коры .....	13
1.3. Возрастные изменения в коре .....	18
1.4. Влияние экологических факторов на структуру коры .....	20
1.5. Диагностические признаки коры .....	24
<b>Глава 2. Объекты и методика исследования</b> .....	26
<b>Глава 3. Анатомия коры деревьев, кустарников и лиан Сахалина</b> <b>и Курильских островов</b> .....	33
3.1. <i>Отдел Pinophyta</i> – Голосеменные .....	33
<i>Семейство Pinaceae</i> Lindl. – Сосновые .....	33
<i>Семейство Cupressaceae</i> Rich. ex Bartl. – Кипарисовые .....	117
<i>Семейство Taxaceae</i> S. F. Gray – Тисовые .....	139
3.2. <i>Отдел Magnoliophyta</i> – Покрытосеменные .....	147
<i>Семейство Magnoliaceae</i> Juss. – Магнолиевые .....	147
<i>Семейство Schisandraceae</i> Blume – Лимонниковые .....	157
<i>Семейство Ranunculaceae</i> Juss. – Лютиковые .....	164
<i>Семейство Ulmaceae</i> Mirb. – Ильмовые .....	171
<i>Семейство Moraceae</i> Link. – Тутовые .....	187
<i>Семейство Fagaceae</i> Dumort. – Буковые .....	196
<i>Семейство Betulaceae</i> S. F. Gray – Березовые .....	216
<i>Семейство Myricaceae</i> Blume – Восковниковые .....	286
<i>Семейство Juglandaceae</i> A. Rich. ex Kunth – Ореховые .....	295
<i>Семейство Salicaceae</i> Mirb. – Ивовые .....	302
<i>Семейство Actinidiaceae</i> Hutch. – Актинидиевые .....	424
<i>Семейство Ericaceae</i> Juss. – Вересковые .....	439
<i>Семейство Thymelaeaceae</i> Juss. – Волчниковые .....	474
<i>Семейство Hydrangeaceae</i> Dumort. – Гортензиевые .....	482
<i>Семейство Grossulariaceae</i> DC – Крыжовниковые .....	503
<i>Семейство Rosaceae</i> Juss. – Розовые .....	509
<i>Семейство Rutaceae</i> Juss. – Рутовые .....	601
<i>Семейство Anacardiaceae</i> Lindl. – Сумаховые .....	624
<i>Семейство Aceraceae</i> Juss. – Кленовые .....	635
<i>Семейство Cornaceae</i> Dumort. – Кизилы .....	676
<i>Семейство Araliaceae</i> Juss. – Аралиевые .....	691
<i>Семейство Aquifoliaceae</i> Bartl. – Падубовые .....	712
<i>Семейство Celastraceae</i> R. Br. – Бересклетовые .....	724
<i>Семейство Vitaceae</i> Juss. – Виноградовые .....	777
<i>Семейство Oleaceae</i> Hoffm. ex Link. – Маслиновые .....	802
<i>Семейство Saprifoliaceae</i> Juss. – Жимолостевые .....	816
Ключ для определения исследованных видов по анатомическим признакам коры .....	866
Заключение .....	879
Литература .....	880
Глоссарий .....	884
Алфавитный указатель названий видов, родов, семейств .....	892

Род *Picea* A. Dietr. – Ель*Picea abies* (L.) Karst.

## Ель обыкновенная

**Кора молодых стеблей.** Листовые подушки определяют лопастную форму поперечного среза однолетних стеблей. В состав коры входят: эпидерма, гиподерма, воздухоносная ткань, перидерма, паренхима первичной коры, первичная и вторичная флоэма (рис. 1). Ширина достигает 1,5 мм.

**Эпидерма** однослойная, сложена округлыми, овальными, квадратно-прямоугольными в поперечном сечении клетками. Радиальный размер варьирует в пределах 15-18 мкм, тангенциальный 15-20 мкм. Стенки утолщены, особенно внешняя – до 5 мкм, антиклинальные и внутренняя периклиналиная – до 3-4 мкм, лигнифицированы. Полость клетки равна двойной толщине стенок. Поперечные и антиклинальные стенки мелко волнистые. Кутикула мощная, до 1,5-2 мкм толщиной. Трихомы одно- и многоклеточные, ветвистые. Устьиц нет.

**Гиподерма** имеет неравномерную ширину: на выпуклой стороне листовых подушек 2-3-слойная, на остальных участках однослойная. Поперечное сечение клеток многоугольное, диаметр варьирует от 15 до 20 мкм, стенки толстые, слоистые, лигнифицированные. Диаметр полости равен толщине стенок. Длина клеток изменяется от 200 до 500 мкм и более.

К гиподерме прилегает воздухоносная ткань (рис. 1), достигающая ширины 200 мкм и более. Ее клетки тонкостенные, в поперечном сечении многоугольные, внутренние вытянуты по радиусу до 100 мкм, достигая в длину 300 мкм.

**Перидерма** (рис. 2). Феллоген вычленяется из периферических клеток паренхимы первичной коры. Ее ширина в однолетних стеблях достигает 200 мкм. Феллема тонкостенная, включает 4-5 слоев клеток. Очертания поперечного сечения извилистые. Ширина феллемы до 120 мкм, радиальный размер клеток до 20-25 мкм. Тангенциальный 25-30 мкм. Феллоген однослойный, феллодерма одно-, трехслойная. В части клеток

феллемы, прилегающих к феллогену, имеются многочисленные мелкопризматические кристаллы оксалата кальция (рис. 2), отмеченные и у образцов из Европейской части России (Еремин, 1978).

**Паренхима первичной коры** располагается широким поясом (от 600 до 1000 мкм) вокруг проводящего цилиндра (рис. 1). Сложение ткани плотное, но есть межклетники как схизогенного, так и рексигенного происхождения. На поперечном срезе клетки овальные, округлые, многоугольные (рис. 3, 4), в диаметре от 20 до 40-60 мкм. На продольных срезах клетки вытянуты или по оси, или в тангенциальном направлении. В этой ткани боковых стеблей наблюдается склерификация отдельных клеток. Часть клеток содержит мелкие кубические и призматические кристаллы.

**Смолоносная система** представлена основными (30-35) и дополнительными (25-30) вертикальными ходами. Основные ходы образуют кольцо, дополнительные располагаются попарно в листовых подушках (рис. 1). Диаметр основных достигает 200 мкм и более, дополнительных – до 110 мкм. Структура их одинаковая (рис. 4). Изнутри они выстланы слоем эпителиальных клеток, за которыми сплошным кольцом располагается сопровождающая паренхима. Выделительные клетки имеют размер 5-7 мкм в радиальном направлении и до 10-20 мкм по окружности. По оси стебля эти клетки имеют длину до 50 мкм, они прямоугольные или их поперечные стенки скошенные (рис. 5). Первичная флоэма к концу первого вегетационного периода сильно деформирована (рис. 6).

**Вторичная флоэма** в однолетнем стебле имеет ширину 120-150 мкм (рис. 6). В радиальном ряду содержится до 12 ситовидных клеток, радиальный размер клеток варьирует в пределах 7-10 мкм, тангенциальный – до 12 мкм. Длина достигает 900 мкм, ситовидные поля округлые, более или менее равномерные по всей длине клетки. Аксиальная паренхима диффузная. Лучи узкие, многослойные, преобладают 6-10-слойные, общее количество лучей достигает 70-80 на 1 мм<sup>2</sup> тангенциального среза. Мелкие кубические и призматические кристаллы откладываются в инициалах аксиальной паренхимы. Насыщенность кристаллоносной паренхимой



невысокая – до 10 клеток с кристаллами на 1 мм<sup>2</sup> тангенциального среза.

Уже на второй год перидерма почти вдвое увеличивается по ширине и на границе феллемы первого и второго года образуются линзы феллоида. Клетки первичной коры несколько разрастаются в тангенциальном направлении; смоляные ходы становятся эллипсовидными, вытянутыми большей осью в тангенциальном направлении; вторичная флоэма дифференцируется на проводящую и непроводящую зоны, а общая ширина этой ткани достигает 250 мкм (рис. 7).

**Кора стволовой части** имеет ширину до 700 мкм в верхней части ствола и 10 мм в нижней. Если в верхней части под наружной перидермой еще сохраняются сильно измененная паренхима первичной коры (дилатированная, частично склерифицированная), то в нижней части кора состоит только из вторичной флоэмы и ритидома.

Ритидом у 80-100-летних деревьев достигает 8 мм толщины, рыхлый, отмирающие ткани не деформируются. В нем долго сохраняются кристаллы и склереиды. Повторные перидермы достигают 200 мкм ширины, феллодерма в них четырехслойная, феллема гетерогенная. После образования феллогена, он вначале формирует 2-3 слоя тонкостенной феллемы, затем до 6 слоев феллоида, затем снова 1-2 слоя тонкостенных клеток. Клетки феллоида прямоугольные на поперечном срезе, оболочка утолщена почти до полной потери просвета, полость заполнена бурым содержимым.

*Вторичная флоэма* дифференцирована на проводящую и непроводящую зоны. Ширина проводящей зоны составляет 130-180 мкм. В радиальном ряду располагается 6-12 ситовидных клеток (рис. 8). Если в средней части ствола их радиальный размер равен 25-35 мкм, а тангенциальный 30-36 мкм, то в нижней, соответственно, 20-25 мкм и 28-34 мкм. Длина ситовидных клеток достигает 1,5-1,8 мм, их окончания клиновидные, ситечки на наклонных стенках округлые. Аксиальная паренхима располагается четкой тангенциальной полосой, в весенней части годичного слоя или в его середине (рис. 8). Часть клеток содержит кубические и мелкопризматические кристаллы. Лучи гетерогенные в проводящей флоэме (рис. 9), так как краевые клетки Страсбургера

(альбуминовые) стоячие, при переходе в непроводящую флоэму они отмирают. На 1 мм<sup>2</sup> тангенциального среза насчитывается 20-25 лучей, преобладают лучи с числом слоев 5 и более (рис. 10).

При переходе в непроводящую флоэму (на второй год) ситовидные клетки деформируются более или менее равномерно и хотя аксиальная паренхима дилатирует, тем не менее, ширина годичного слоя уменьшается, поэтому лучи отклоняются от первоначального радиального направления и становятся извилистыми (рис. 11). Кристаллоносная паренхима развита слабо: на 1 мм<sup>2</sup> тангенциального среза насчитывается 3-8 клеток с кристаллами. Горизонтальные смоляные ходы не обильны: только каждый сотый луч содержит смоляной ход. В периферической части непроводящей флоэмы ситовидные клетки полностью деформированы, дилатирует аксиальная паренхима, вдоль лучей образуется полоса дилатированных клеток. Часть клеток склерифицируется и формируется дилатационная флоэма (рис. 12). Склереиды или в мелких группах или образуют крупные, до 2,5 мм длиной и до 600 мкм шириной линзы. Иногда до 20 % площади поперечного среза занято склереидами.

*Таким образом, для коры P. abies характерно образование в феллеме феллоида со второго года жизни стебля, отложение в феллеме кристаллов оксалата кальция, однотипные кристаллы во всех тканях: кристаллический песок или мелкие призмы.*





Рис. 1. *Pinus abies*. Кора однолетнего стебля на поперечном срезе.

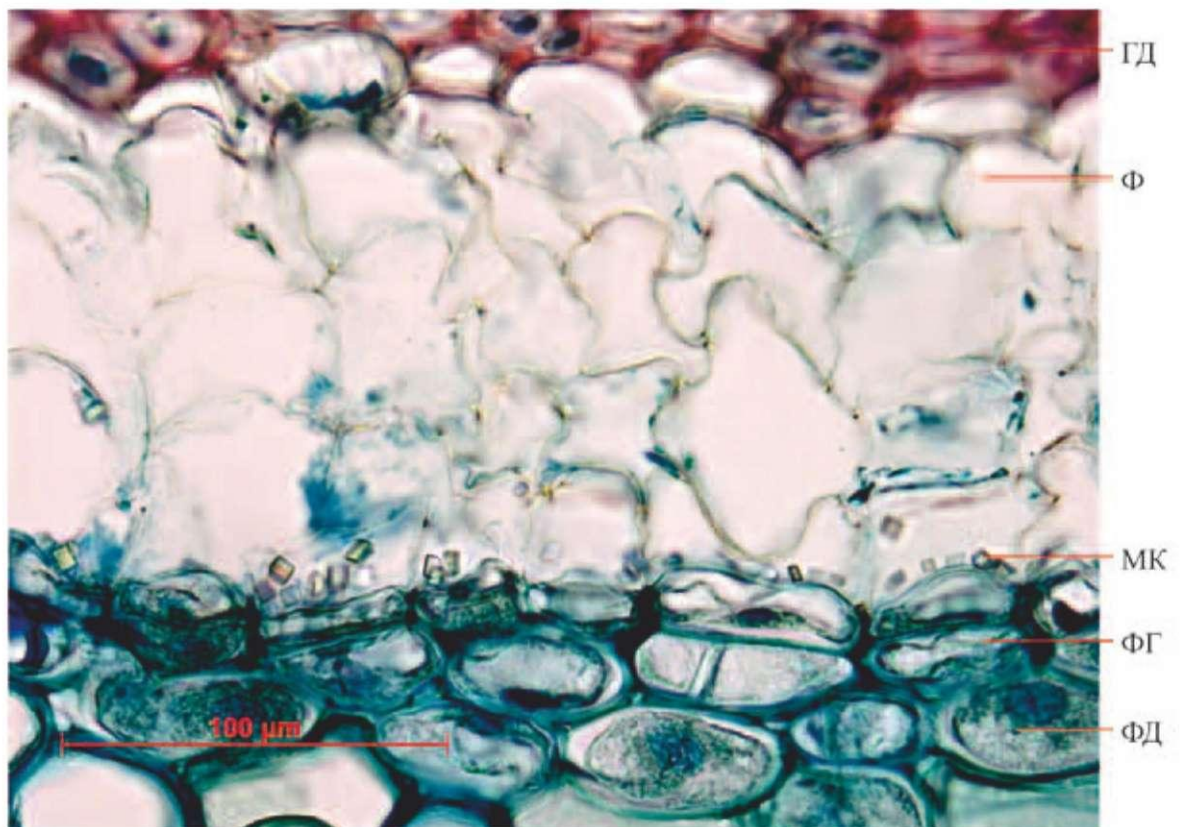


Рис. 2. *Pinus abies*. Перидерма однолетнего стебля на поперечном срезе.



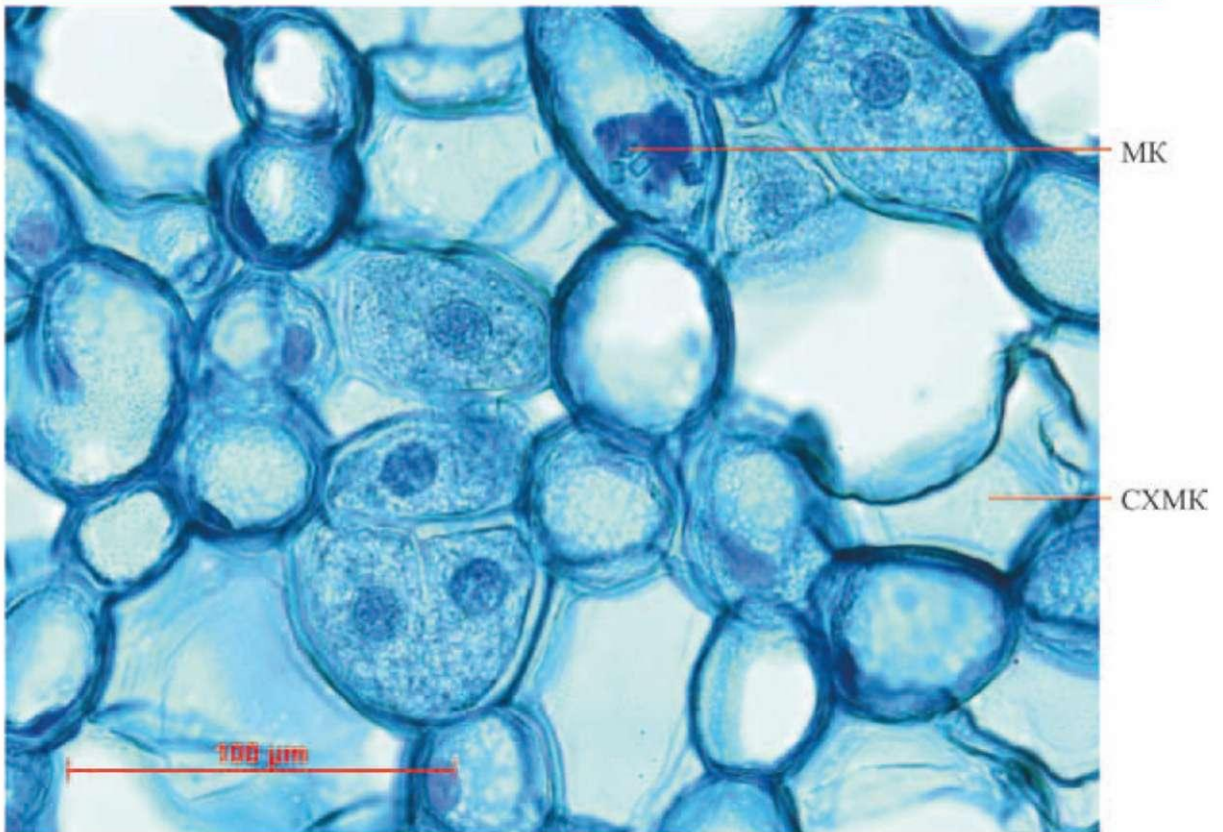


Рис. 3. *Pinus abies*. Первичная кора однолетнего стебля на поперечном срезе.

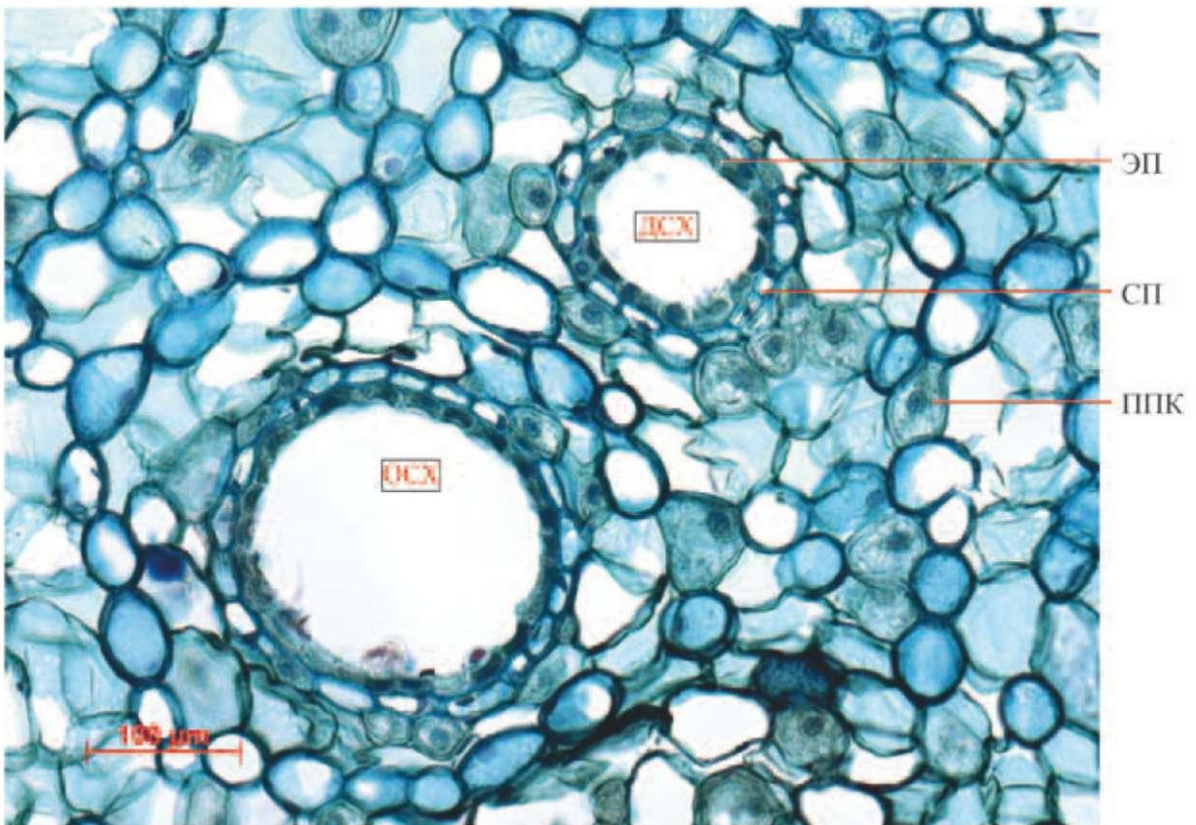


Рис. 4. *Pinus abies*. Первичная кора и смоляные ходы однолетнего стебля на поперечном срезе.



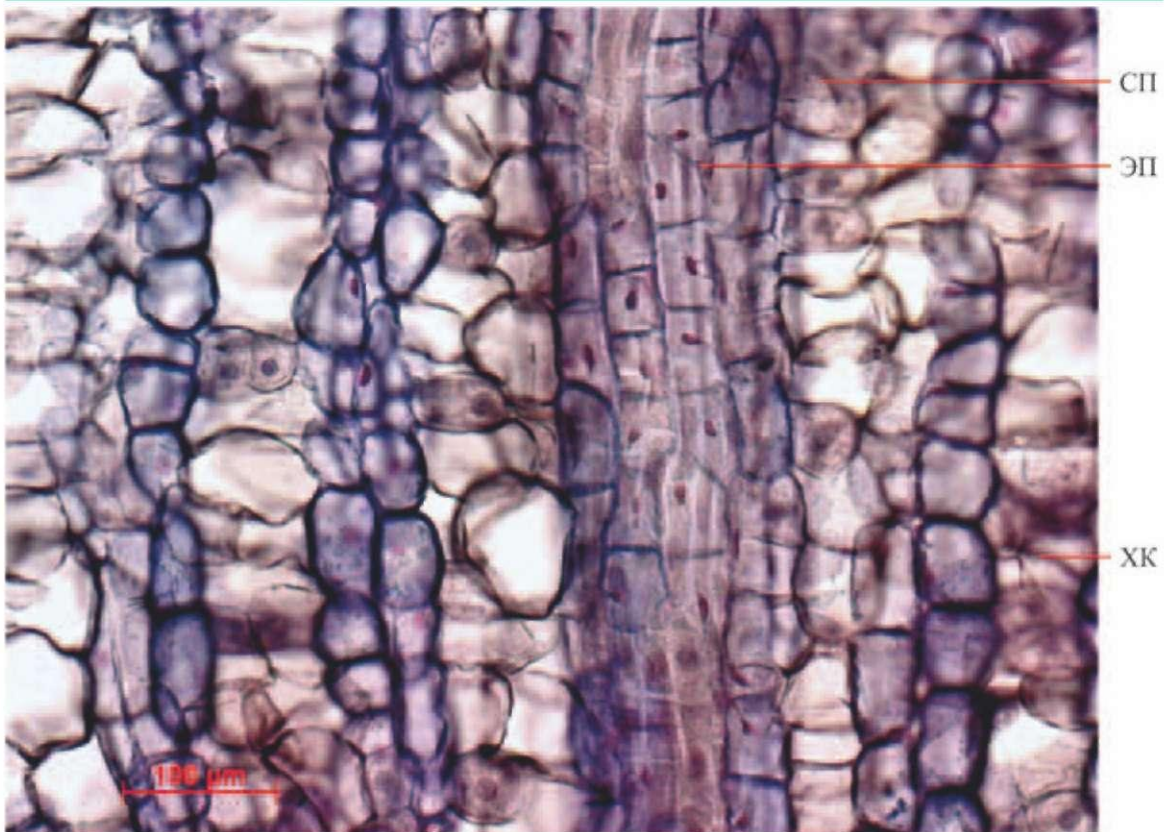


Рис. 5. *Pinus abies*. Первичная кора однолетнего стебля и смоляной ход на радиальном срезе.

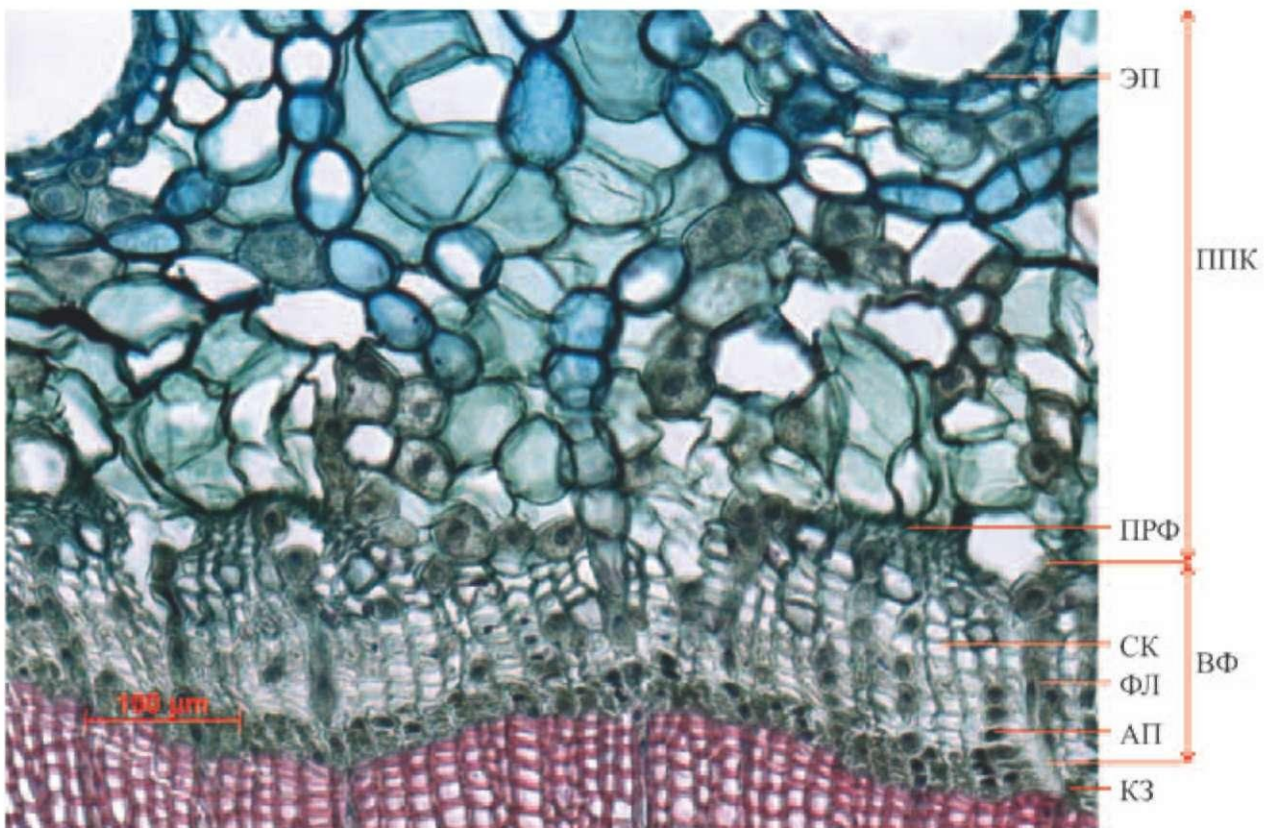


Рис. 6. *Pinus abies*. Флоэма однолетнего стебля на поперечном срезе.



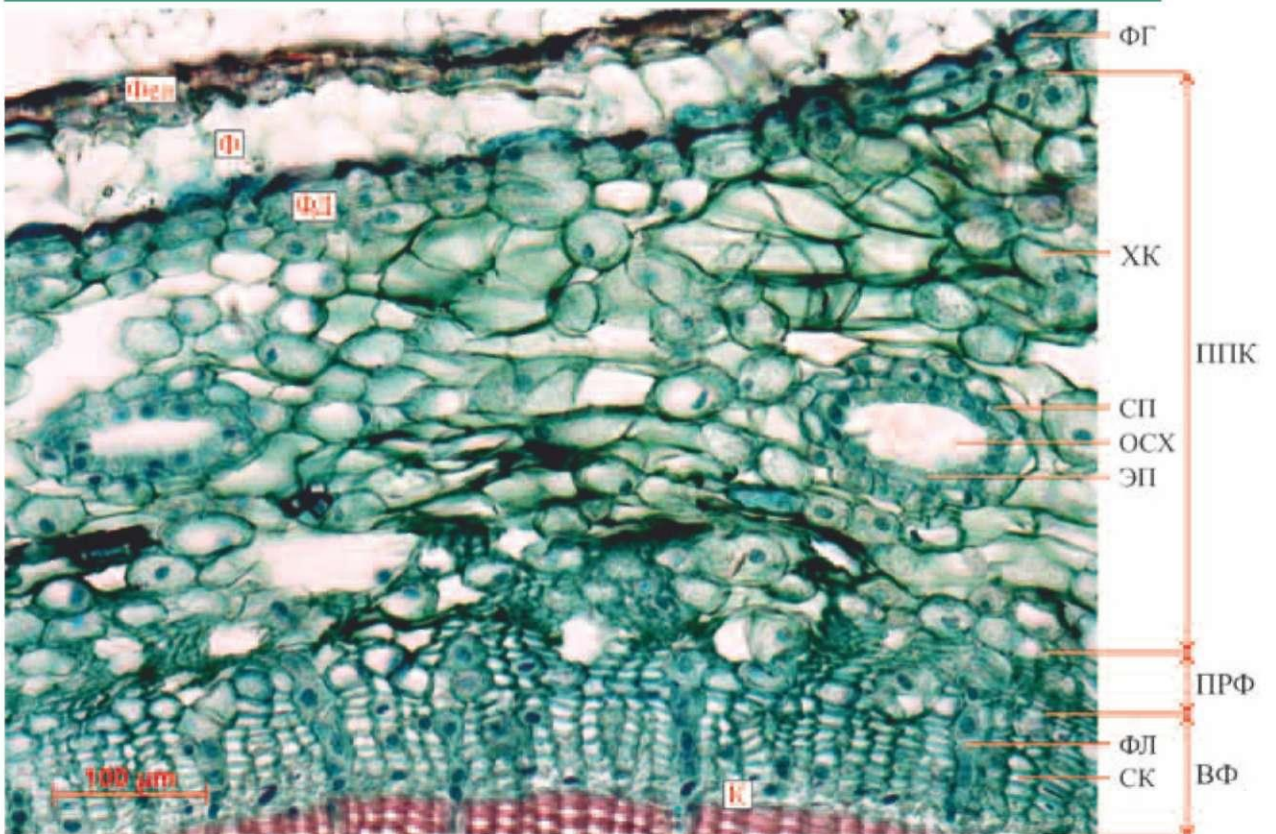


Рис. 7. *Pinus abies*. Кора двулетнего стебля на поперечном срезе.

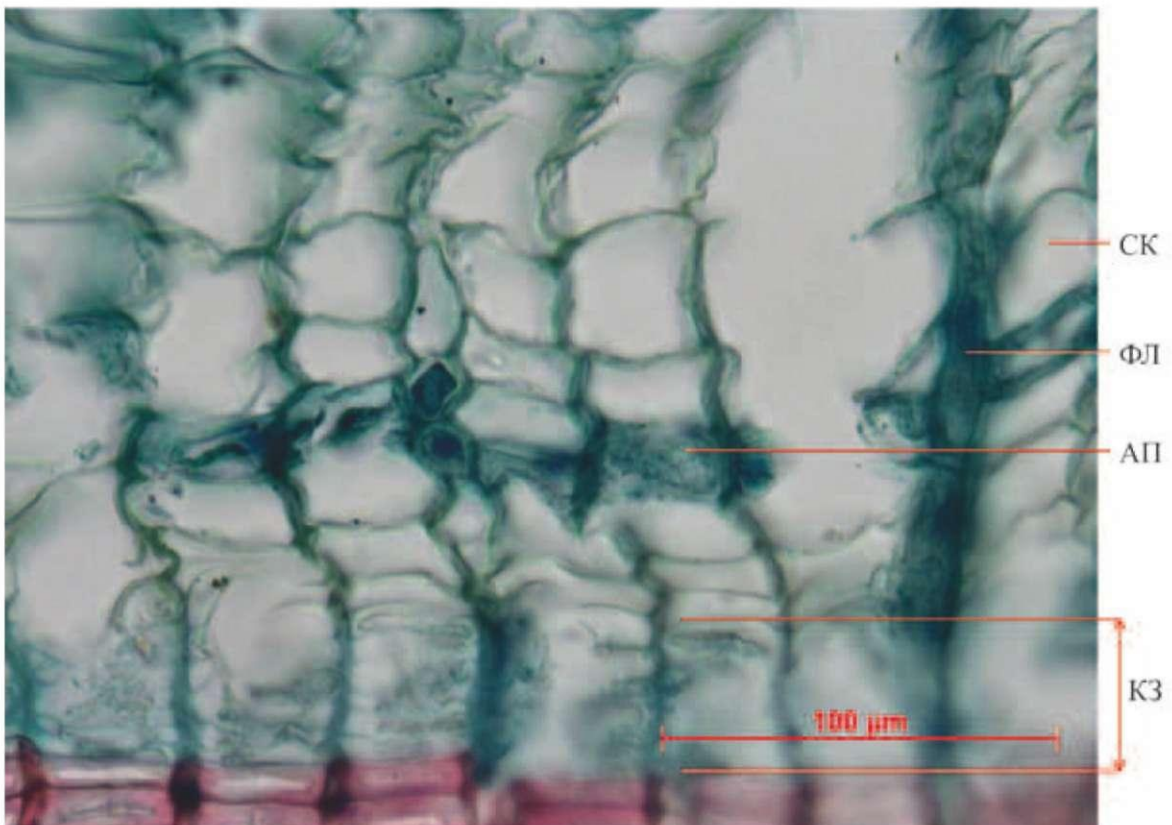


Рис. 8. *Pinus abies*. Проводящая флоэм ствола на поперечном срезе.



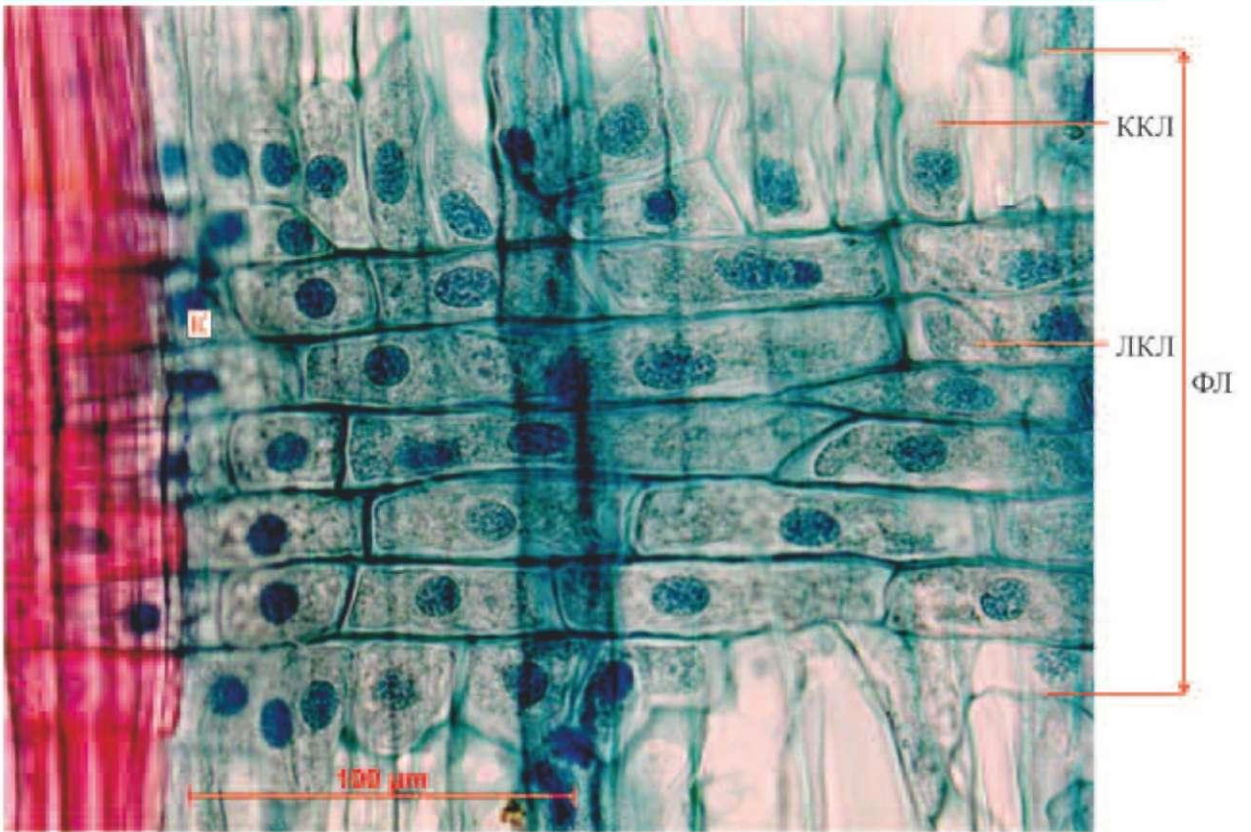


Рис. 9. *Picea abies*. Флоэмный луч ствольной части на радиальном срезе.

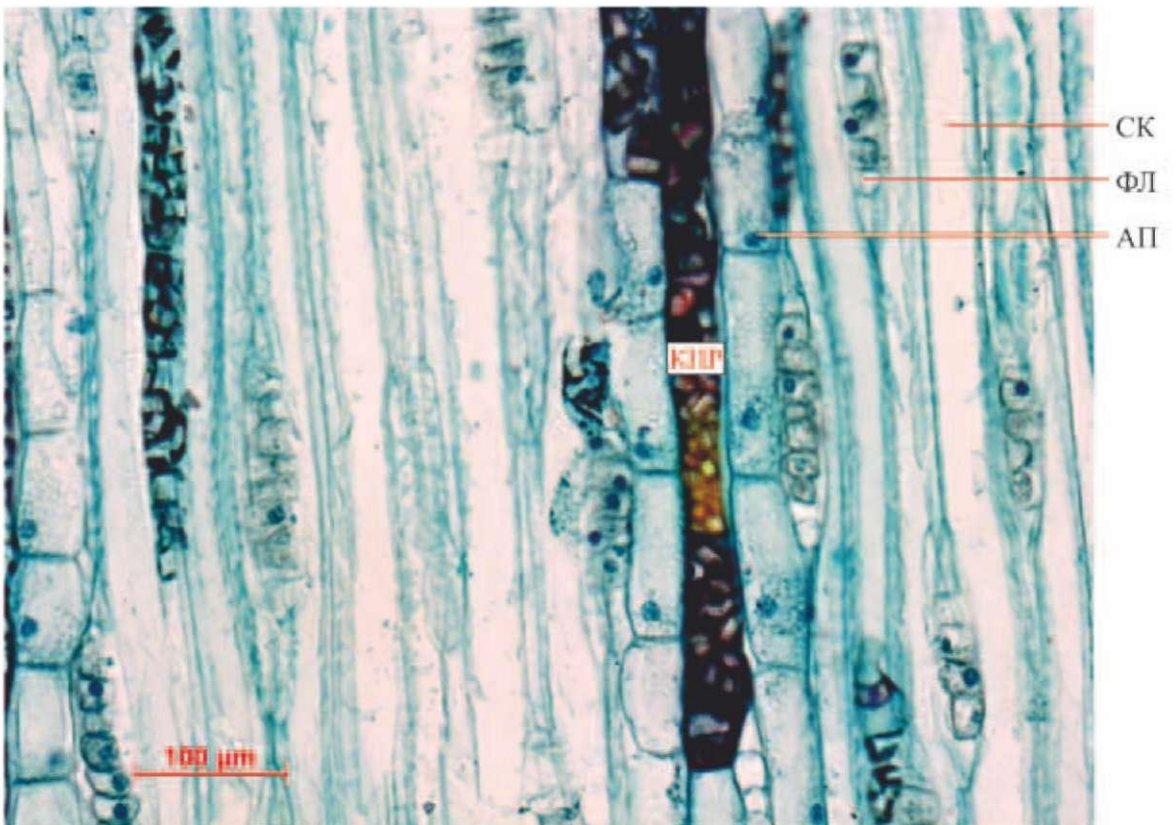


Рис. 10. *Picea abies*. Проводящая флоэма ствольной части на тангенциальном срезе.



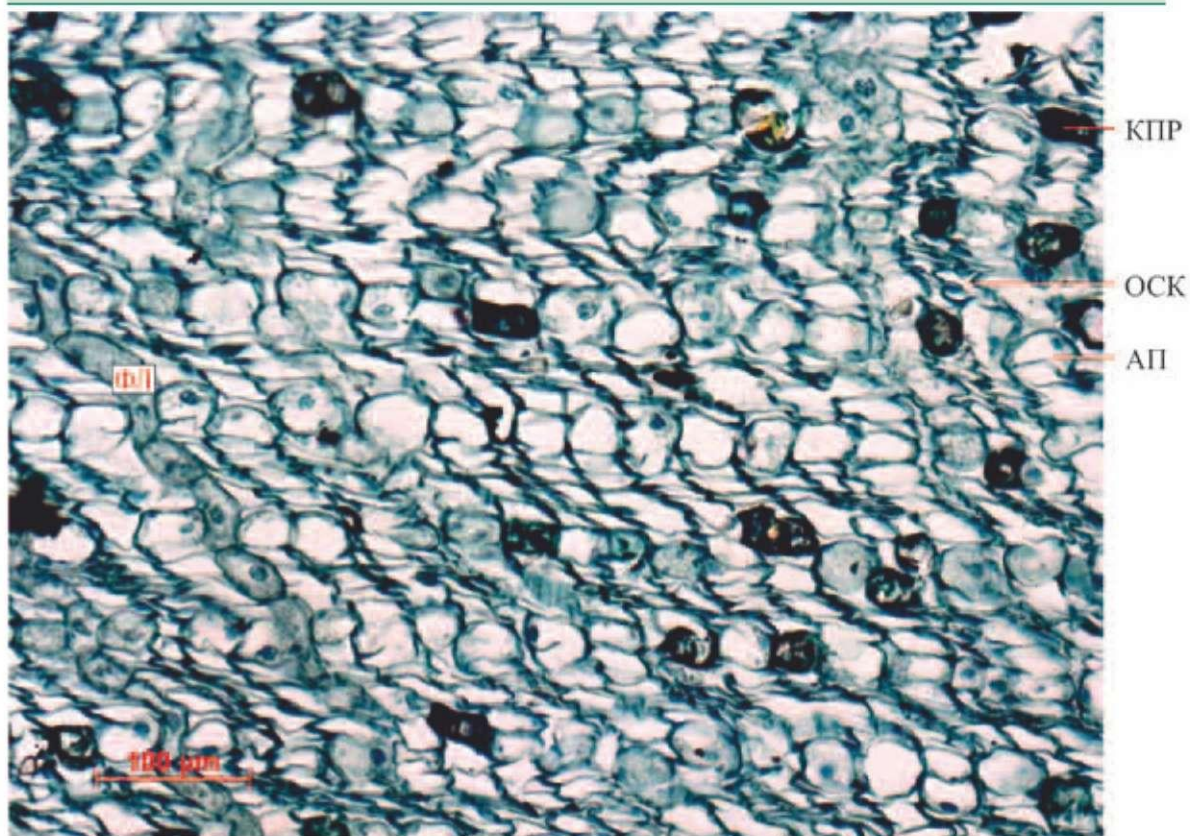


Рис. 11. *Picea abies*. Непроводящая флоэма стволовой части на поперечном срезе.

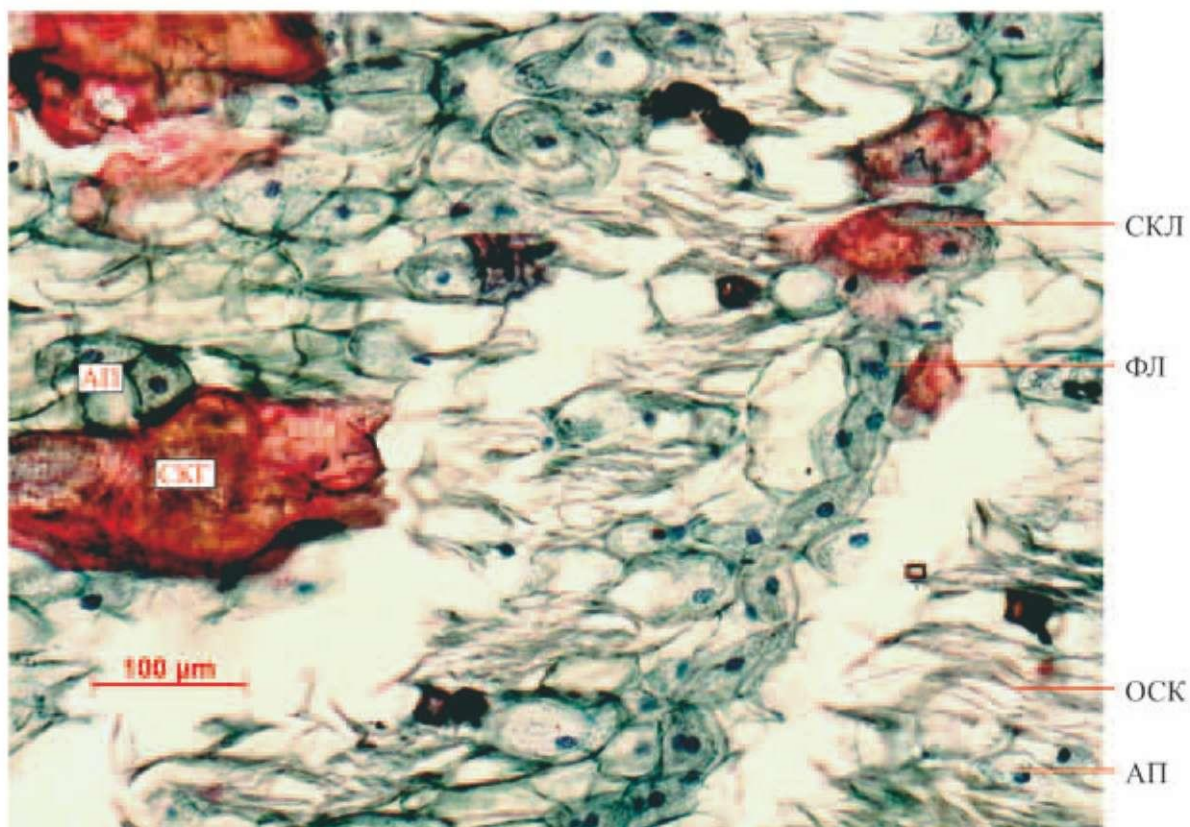


Рис. 12. *Picea abies*. Дилатационная флоэма ствола на поперечном срезе.