

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов  
Российской академии наук

Долгосрочное прогнозирование  
динамики недревесных ресурсов леса  
при разных сценариях лесопользования  
для лесов европейской части России

Выполнила аспирантка третьего года обучения Колычева Анна Александровна  
Руководитель д. б. н. Чумаченко Сергей Иванович

17 декабря 2019 г.

**Цель:** Эколого-экономическая оценка недревесных ресурсов леса при различных сценариях ведения лесного хозяйства на долгосрочный период методами имитационного моделирования.

**Объект исследования:** лесные насаждения европейской части России.

Брянская область (заповедник «Брянский лес»)

Московская область (Данковское лесничество)

Нижегородская область ( «Серая лошадь»)

Республика Карелия

**Предмет исследования:** недревесные ресурсы леса.

# Задачи:

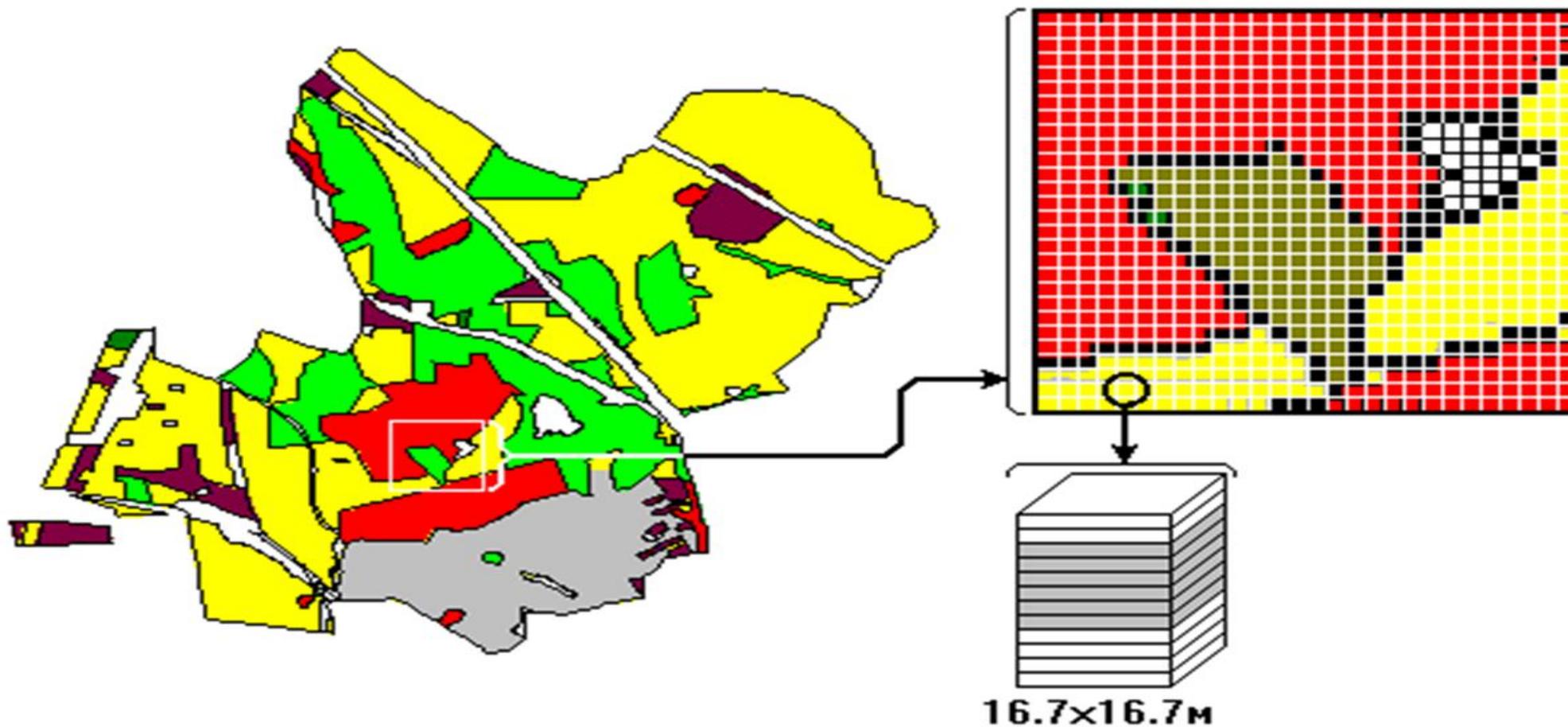
- ▶ Сбор информации о недревесных ресурсах леса и зависимости их урожайности от таксационных характеристик;
- ▶ Оценка влияния л/х мероприятий на продуктивность недревесных ресурсов;
- ▶ Составление базы данных для перевода значений полноты в освещённость для различных ТЛУ, что позволит моделировать урожайность недревесных ресурсов при разнообразных рубках;
- ▶ Разработка блока расчета объемов недревесных ресурсов леса на основе прогнозируемых таксационных показателей;
- ▶ Составления уравнений зависимости урожайности ягодников от освещённости, ТЛУ, и породы;
- ▶ Апробация модели на примере заповедника Данковского лесничества;
- ▶ Верификация по данным «Приокско-террасного заповедника» и заповедника «Брянский лес»;
- ▶ Разработка сценариев лесопользования на основе анализа основных существующих и перспективных способов ведения лесного хозяйства, включая способы рубки, воспроизводства, ухода;
- ▶ Оценка влияния заготовки недревесных ресурсов на развитие и состояние лесных насаждений;
- ▶ Моделирование динамики таксационных показателей лесных насаждений при разных сценариях лесопользования с помощью модели FORRUS-S и экономическая оценка недревесных ресурсов леса на основе анализа ресурсного потенциала, транспортной доступности и потребности

# Элемент БД перевода полноты в освещенность

Порода	Возраст	Высота	Диаметр	Запас	Полнота	ФАР0_
С	30	10,4	9,7	1,52	0,4	23
С	30	10,4	9,7	1,9	0,5	20
С	30	10,4	9,7	2,28	0,6	16
С	60	18,8	19,7	3,56	0,4	28
С	60	18,8	19,7	4,44	0,5	22
С	60	18,8	19,7	5,33	0,6	19
Е	30	7,1	6,8	1,04	0,4	34
Е	30	7,1	6,8	1,31	0,5	15
Е	30	7,1	6,8	1,57	0,6	10
Е	60	16,5	17,1	3,41	0,4	18
Е	60	16,5	17,1	4,26	0,5	11
Е	60	16,5	17,1	5,12	0,6	9
Б	40	16,1	14,7	1,79	0,4	26
Б	40	16,1	14,7	2,24	0,5	24
Б	40	16,1	14,7	2,68	0,6	26
Б	60	20,6	20,4	2,61	0,4	27
Б	60	20,6	20,4	3,26	0,5	28
Б	60	20,6	20,4	3,92	0,6	18

# Комплекс программ *FORRUS-S* - входные данные и базы данных

## Преобразование данных 1



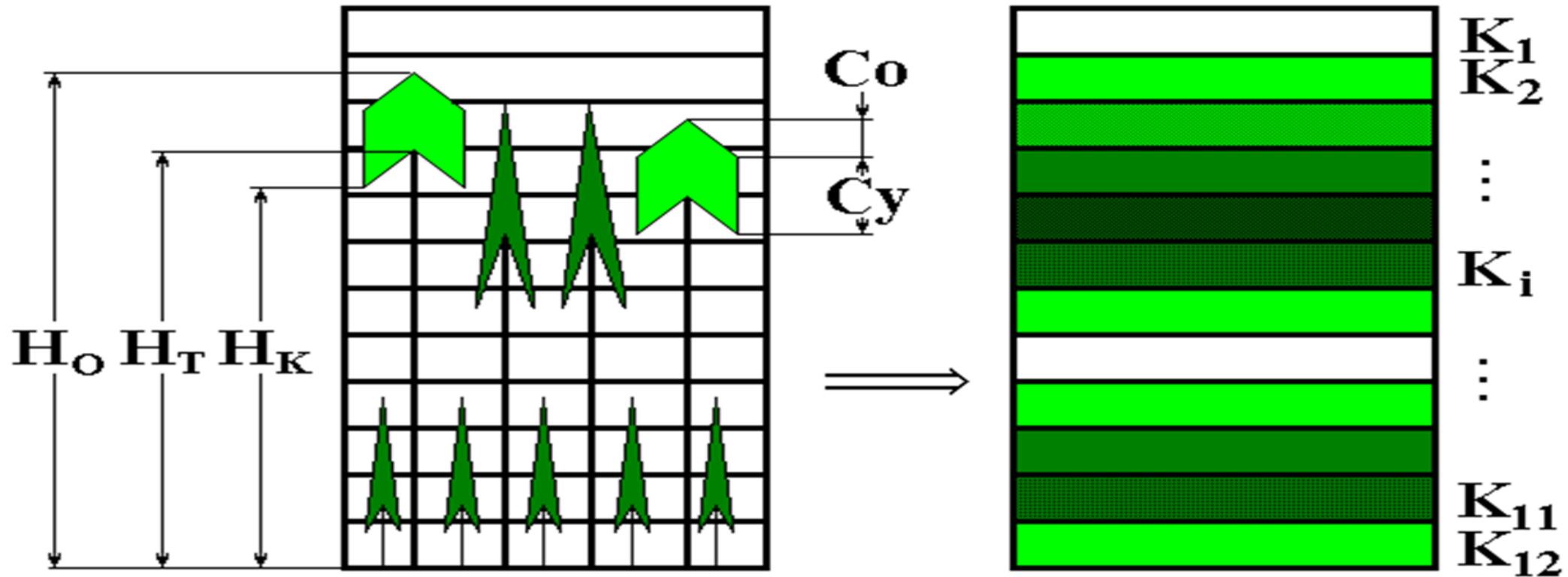
# Комплекс программ *FORRUS-S* - входные данные и базы данных

## Преобразование данных 2

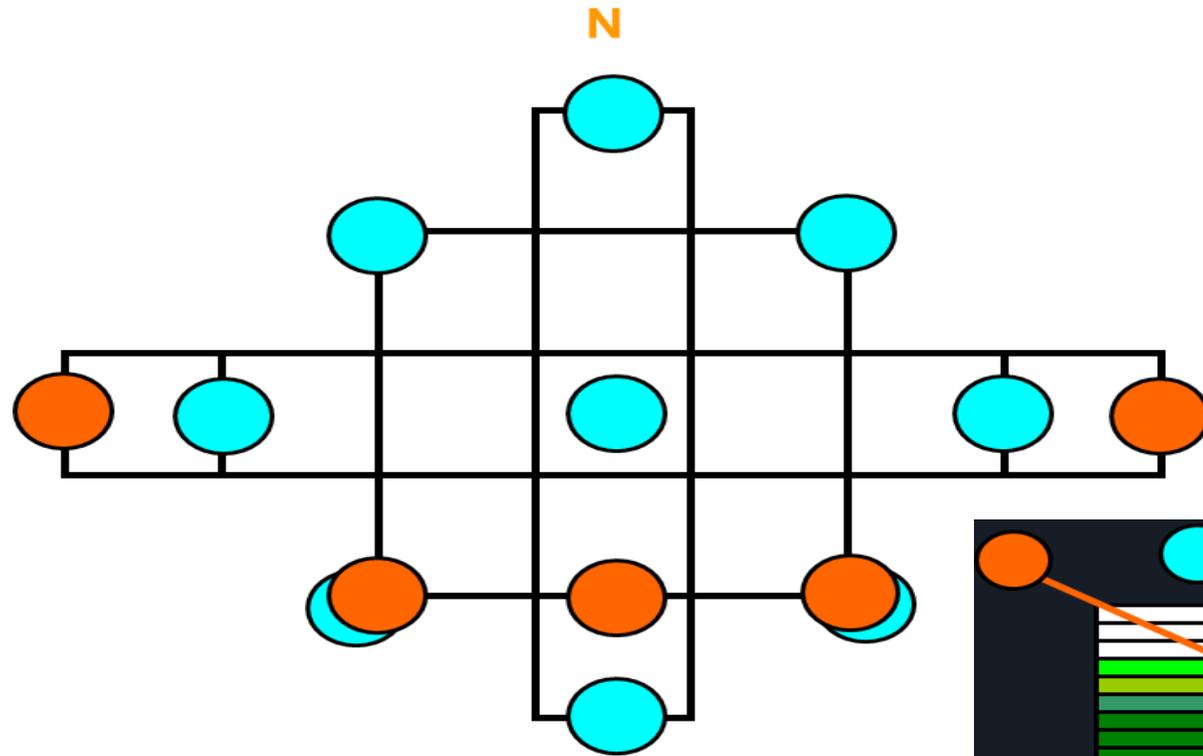
Текущее состояние  
выдела



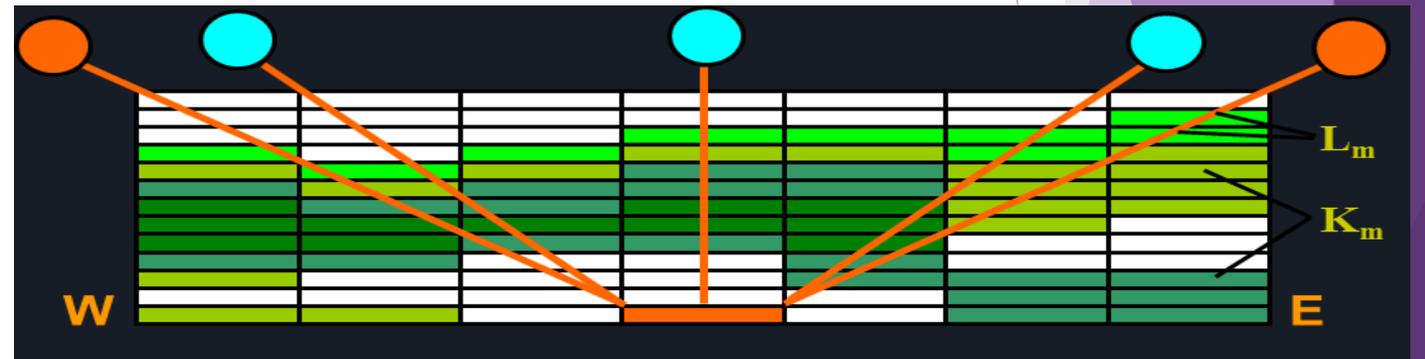
Коэффициент  
пропускания



# Алгоритм расчета ФАР в лесных насаждениях

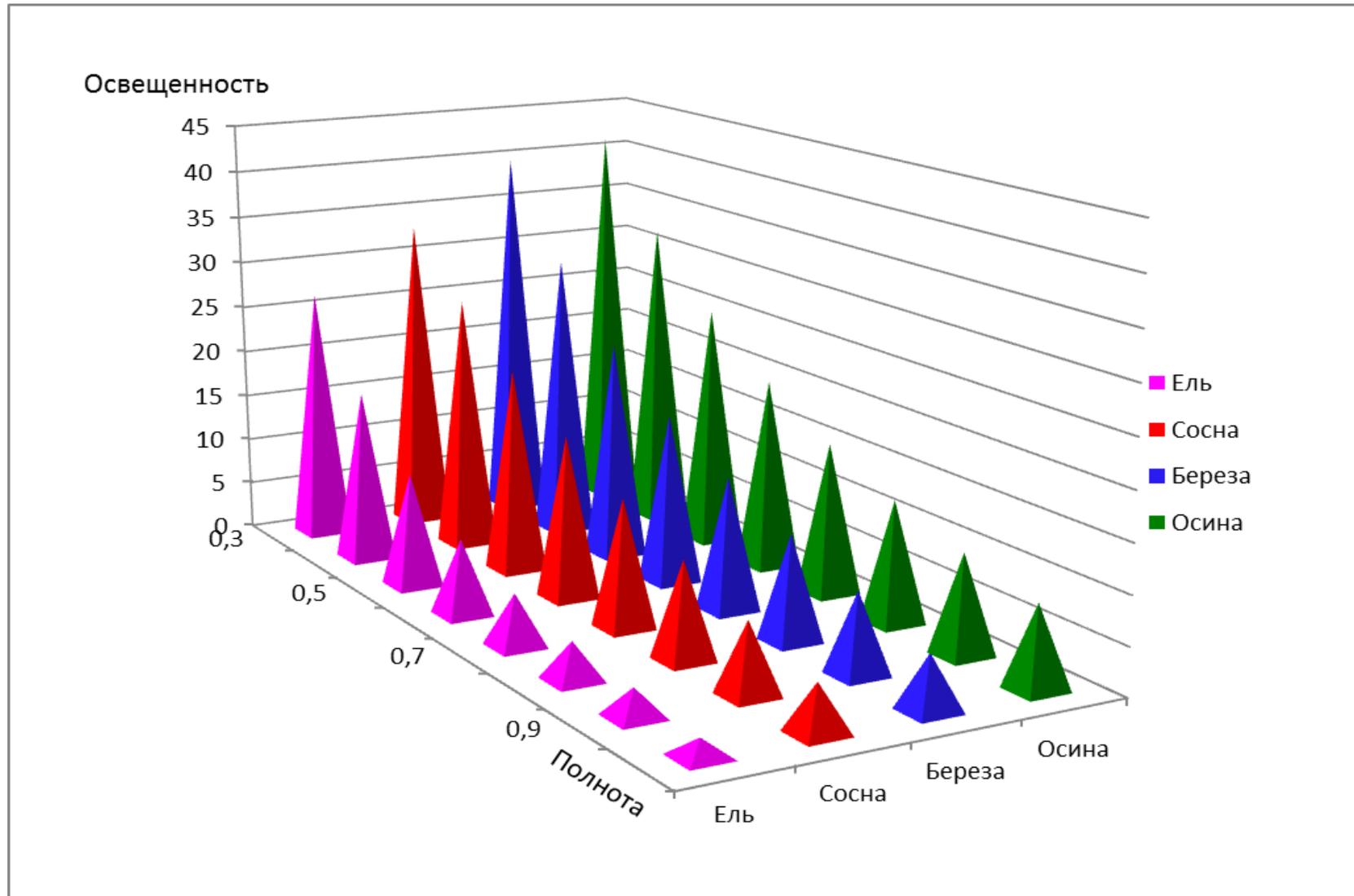


-  Прямая радиация ( $S_i$ )
-  Рассеянная радиация ( $D_i$ )

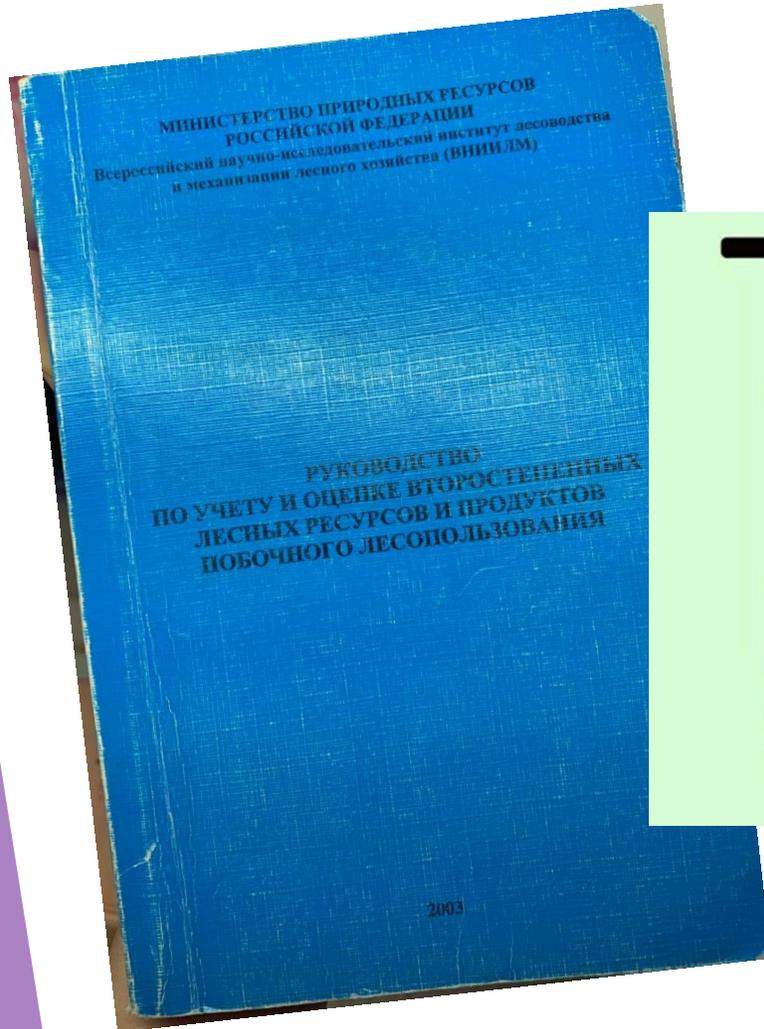


$$Q = \sum_{i=1}^{NP} (S_i \times T_i \times \prod_{m=1}^{NJP} K_m^{L_m}) + \sum_{j=1}^{NR} (D_j \times T_j \times \prod_{m=1}^{NJR} K_m^{L_m})$$

# Зависимость освещенности от полноты и преобладающей породы



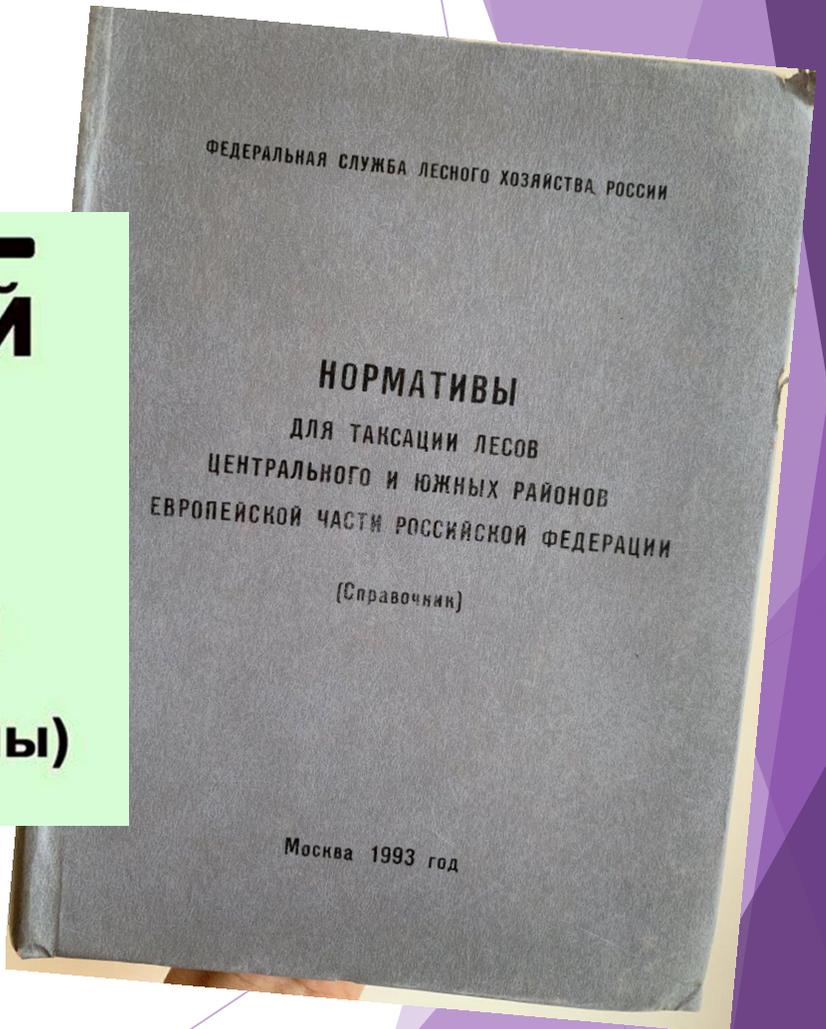
# Сбор данных об урожайности ягод



## **АКСАЦИОННЫЙ СПРАВОЧНИК ПО ЛЕСНЫМ РЕСУРСАМ РОССИИ**

**(за исключением древесины)**

2018 г.



# БД зависимости урожайности от освещенности

Ресурс	ТЛУ	Возраст	Полнота	Категория лесных земель	Порода	Освещенность	Урожайность
Малина	A2	различный	0,1	вырубка		80	60
Малина	A2	60	0,4	древостой	сосна	26,930032	30
Брусника	A2	60	0,4	древостой	сосна	26,930032	40
Черника	A3	60	0,4	древостой	сосна	26,930032	100
Черника	A3	60	0,6	древостой	сосна	17,176728	150
Черника	A3	60	0,8	древостой	ель	3,949992	100
Клюква	A5	60	0,4	древостой	сосна	26,930032	80
Малина	B3	различный	0,3	редина		65	80
Брусника	B3	60	0,4	древостой	сосна	26,930032	80
Черника	B4	60	0,6	древостой	сосна	17,176728	110

Таксационные показатели насаждений, исключаемых из  
 продуцирующих по ресурсам черники, брусники и клюквы  
 (Нормативы для таксации лесов., 1993)

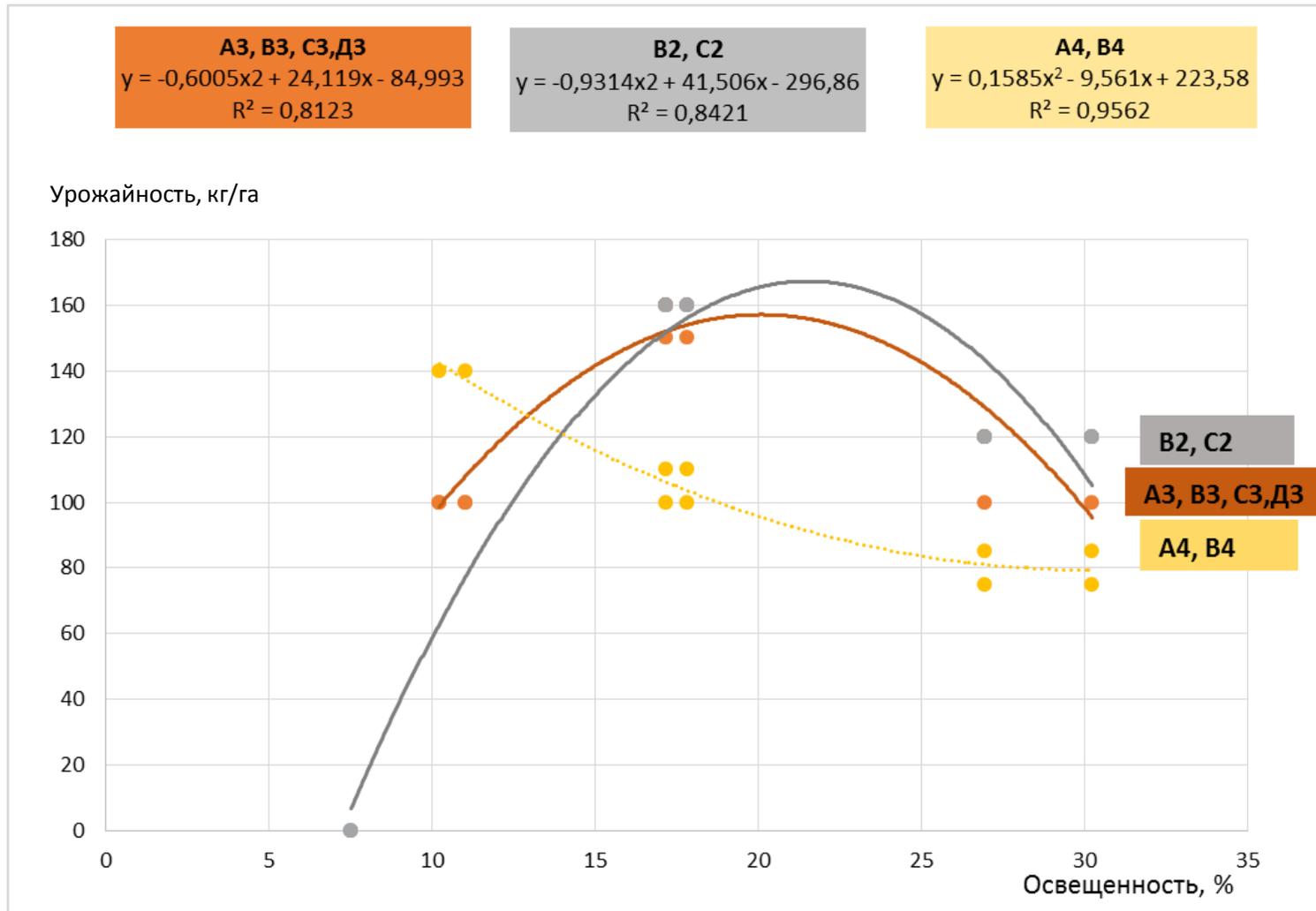
Преобладающие породы	Типы леса	Группы возраста насаждений, лет		
		1-20	21-50	51 и выше
		полноты		
Черника				
Сосна, береза, осина	В3, А3, С3, А4, В4	0.6-1.0	0.7-1.0	0.9-1.0
Ель	В3, С3, А4, В4	0.5-1.0	0.6-1.0	0.7-1.0
Брусника				
Сосна, береза, осина	А2, В2, В3, А3, С3	0.5-1.0	0.6-1.0	0.7-1.0
Ель	А2, В2	0.4-1.0	0.6-1.0	0.7-1.0
Клюква				
Сосна	А5, В5	0.6-1.0	0.7-1.0	0.7-1.0

# Черника

- ▶ Производственной продуктивности достигает в возрасте древостоя от 40 лет;
- ▶ Оптимальная полнота древостоя от 0.6 до 0.8;
- ▶ Предпочитает увлажненные почвы;
- ▶ Нетребовательна к богатству почв



# Зависимость урожайности черничников от освещённости и ТЛУ в сосновом и березовом древостое

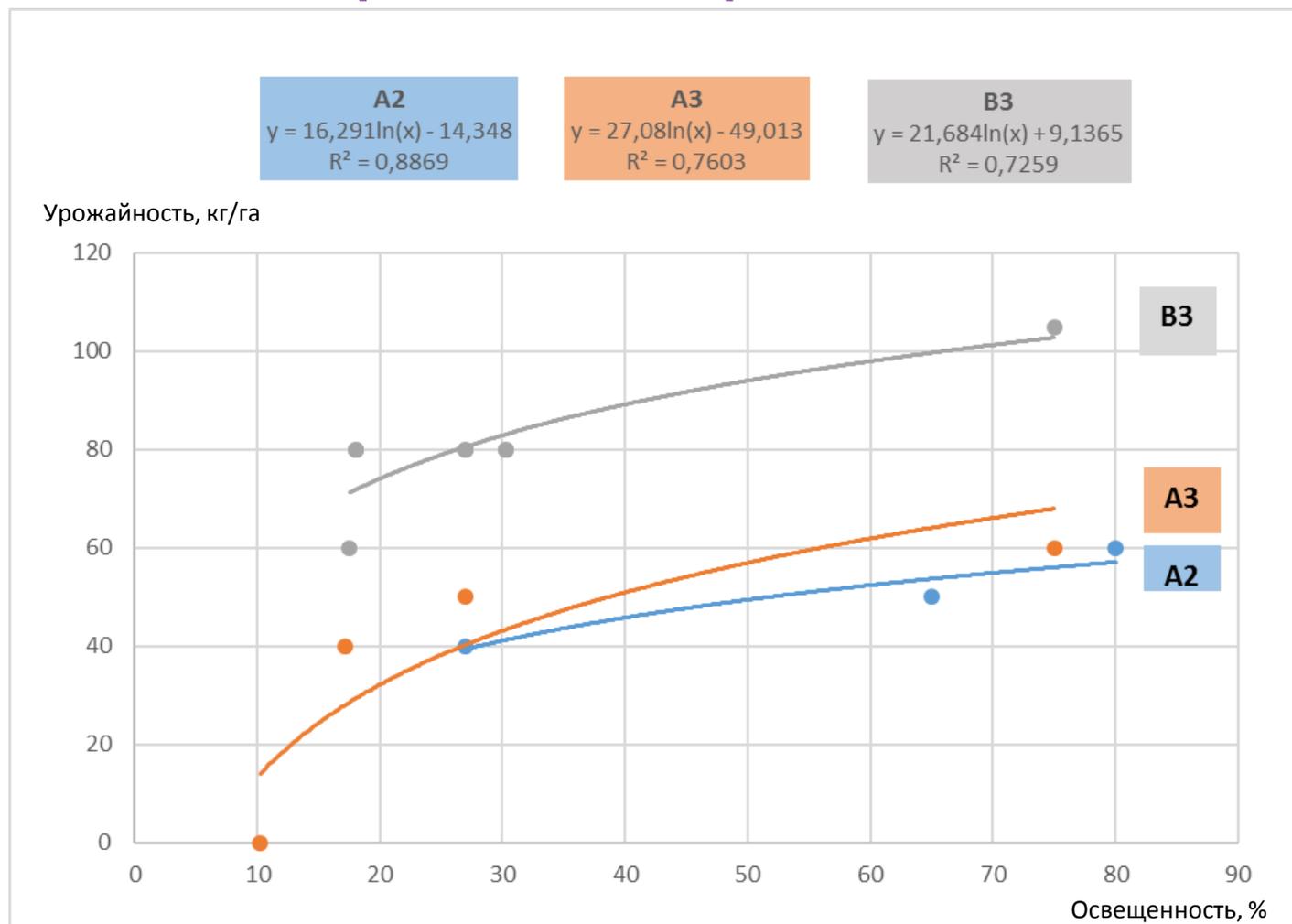


# Брусника

- ▶ Производственной продуктивности достигает в возрасте древостоя от 40 лет;
- ▶ Оптимальная полнота древостоя 0.3- 0.4;
- ▶ Занимает менее влажные места, чем черника;
- ▶ Нетребовательна к богатству почв.



# Зависимость урожайности брусничников от освещённости и ТЛУ в сосновом и березовом древостое

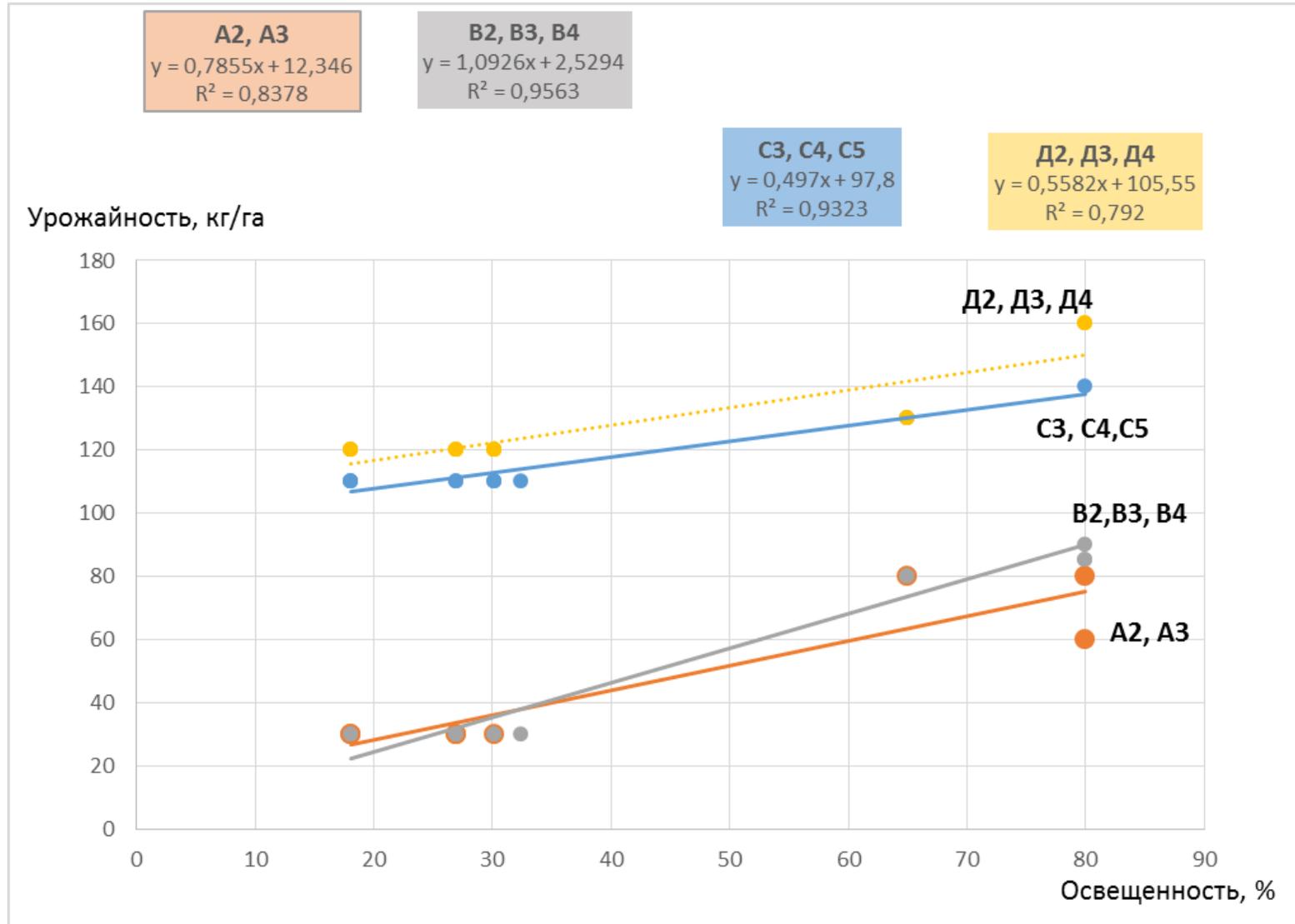


# Малина

- ▶ Производственной продуктивности достигает на гарях, вырубках, опушках;
- ▶ Оптимальная полнота древостоя 0.4- открытые места;
- ▶ Предпочитает богатые почвы.



# Зависимость урожайность малины от освещённости и ТЛУ в сосновом и березовом древостое

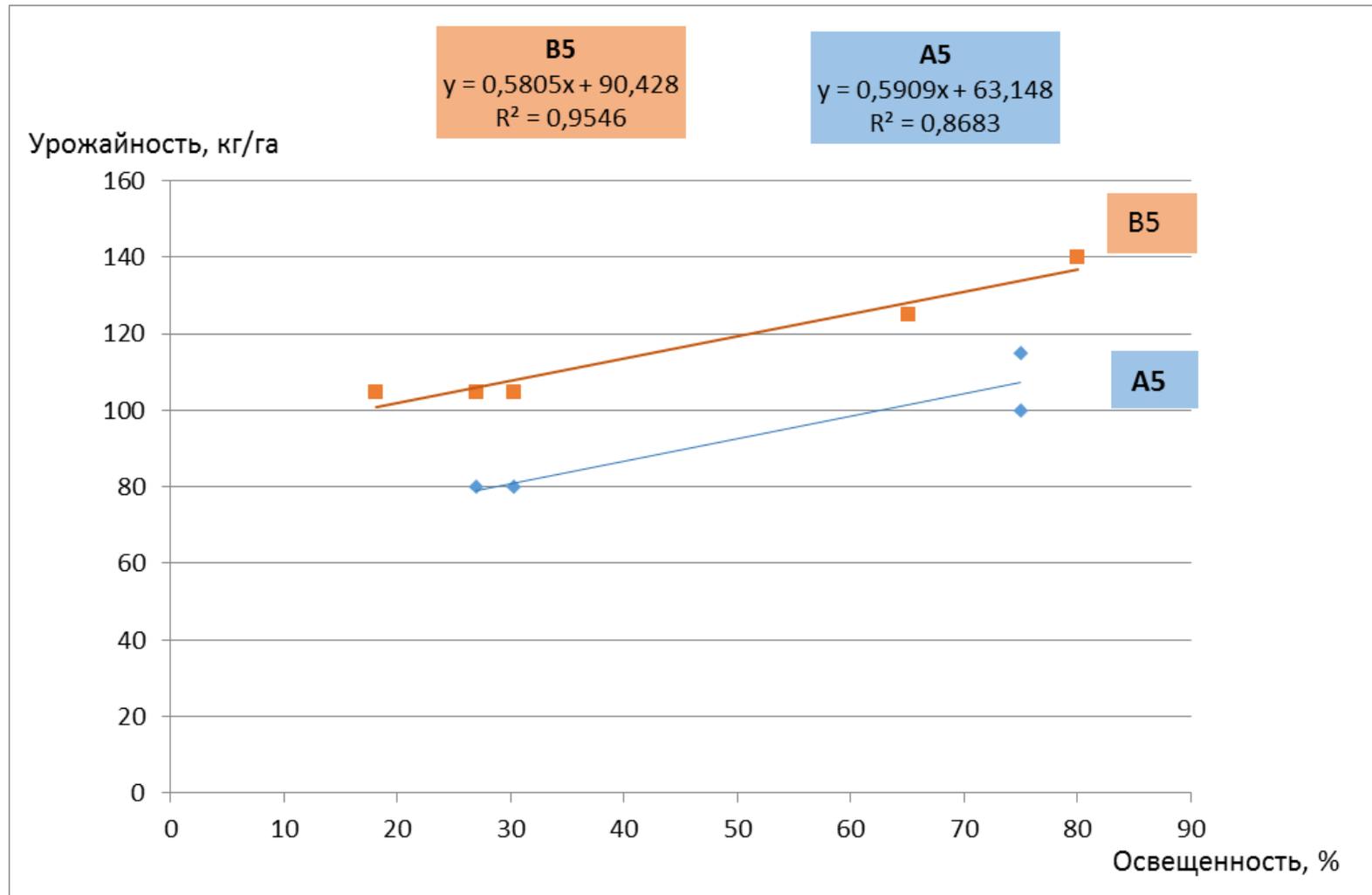


# Клюква

- ▶ Местами обитания клюквы являются верховые (олиготрофные) и переходные (мезотрофные) болота;
- ▶ Оптимальная полнота древостоя 0.3-0.5;
- ▶ Нетребовательна к богатству почв.



# Зависимость урожайности клюквы от освещённости и ТЛУ в сосновом и березовом древостое



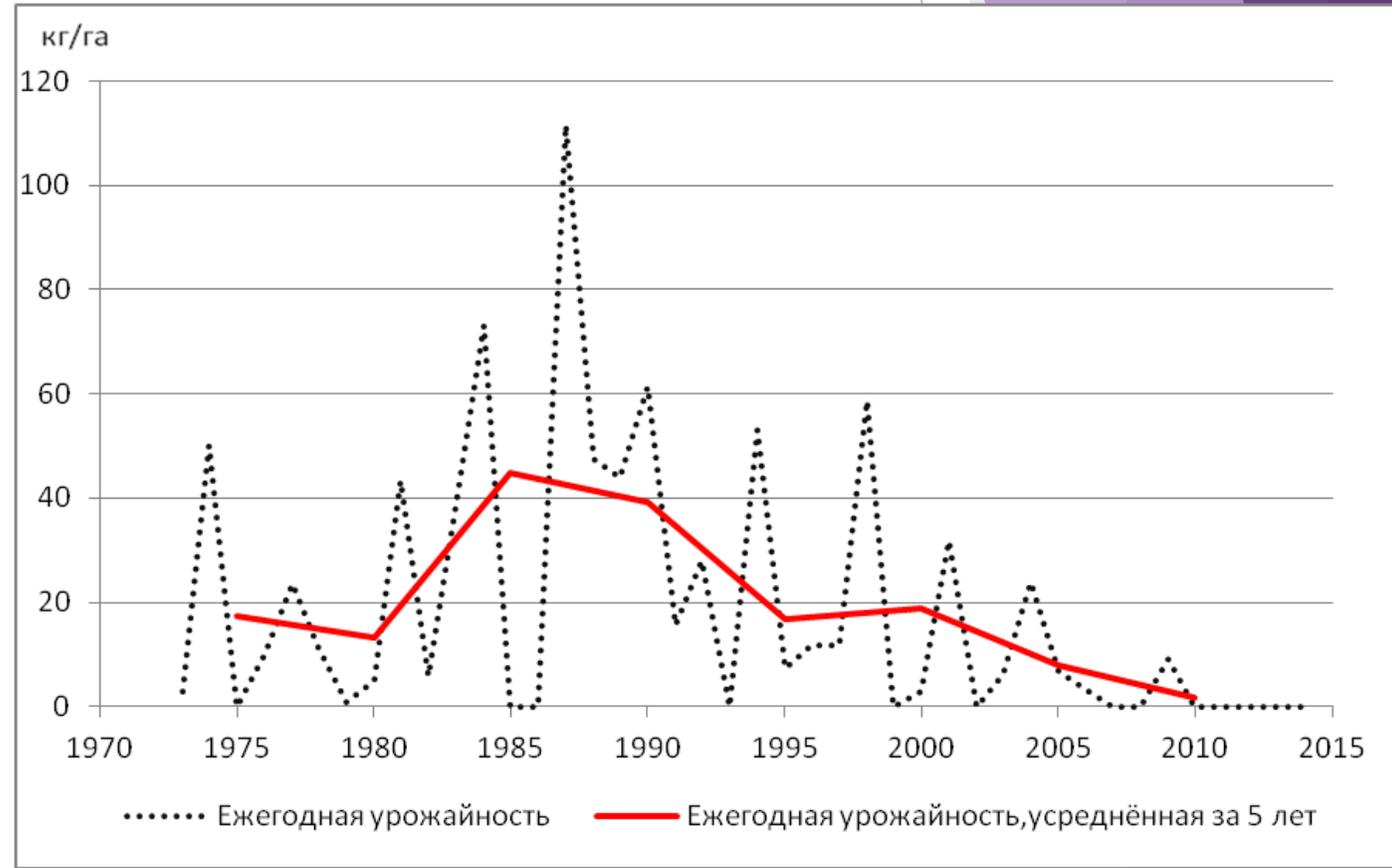
# Фрагмент таблицы для модельных расчетов

TIPS_	TUM_	V_	FMIN_	FMAX_	AMIN_	AMAX_	OSVMIN_	OSVMAX_	KGMIN_	KGMAX_	FOMULA
CHE	A4	1	4	10	6	999	10,0	35,0			$-0.4 * FARO_{**2} + 16.5 * FARO_{-50,7}$
CHE	B3	2	4	10	0	6	11,0	20,0	90,0	175,0	
CHE	C3	2	4	10	6	999	9,0	36,0			$-0.6 * FARO_{**2} + 24.12 * FARO_{-85}$
MAL	A2	0	0	10	0	10	90,0	100,0	60,0	90,9	
MAL	A3	1	4	10	10	999	18,0	100,0			$0.8 * FARO_{+12.3}$
MAL	B2	0	0	10	0	10	90,0	100,0	100,0	111,8	
MAL	B2	1	4	10	10	999	18,0	100,0			$1.1 * FARO_{+2.5}$

# ПП Приокско-Тerrasного заповедника

	1982	2000	2015
Формула	6С2Е2Б	6С2Е2Б	7С1Е2Б
Диаметр	35	40	44
Высота	26	30	31
Возраст	80	100	110
Бонитет	1	1	1
ТЛУ	В3	В3	В3
Полнота	0,6	0,7	0,7
Подрост		<b>10Е</b>	<b>10Е</b>
Высота			<b>3</b>
Возраст			<b>25</b>
Кол-во			<b>0,5</b>
Подлесок		<b>средний</b>	<b>средний</b>

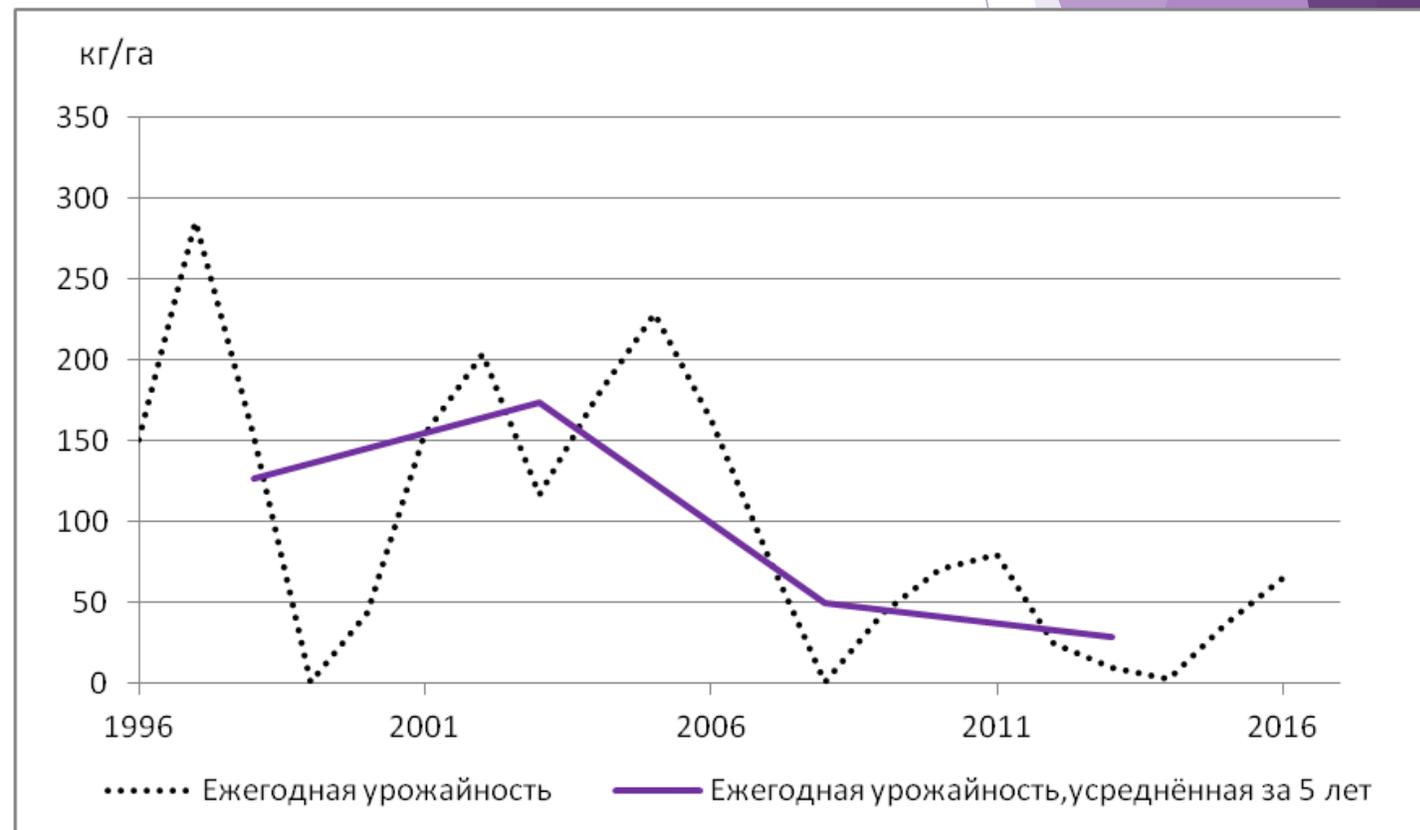
## Брусника



# ПП заповедника «Брянский лес»

	1993	2006
Формула	10С+Б	9С1Б
Диаметр	24	28
Высота	21	24
Возраст	65	80
Бонитет	1	1
ТЛУ	A2	A2
Полнота	0,6	0,7
Подрост		<b>6Д4Б</b>
Высота		<b>3</b>
Возраст		<b>20</b>
Кол-во		<b>0,5</b>

Черника



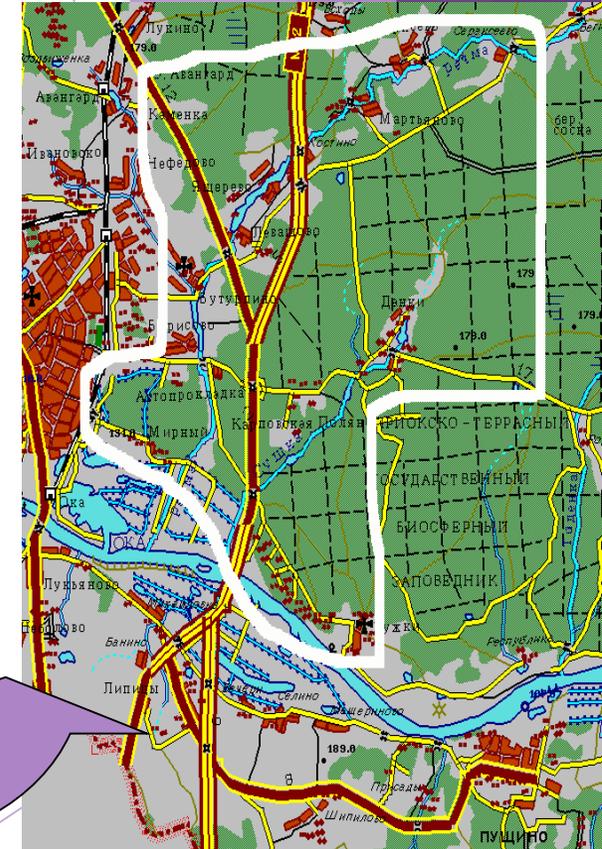
# Полевые работы в Карелии с ИЛ КарНЦ РАН

- Заложено более 100 площадок;
- Работы проводились в зоне средней и северной тайги;
- Перечет побегов, цветов и ягод;
- Площадки заложены во всех возможных группах возраста сосновых, еловых, березовых насаждений, а также на вырубках.



# Данковское участковое лесничество

- ▶ Лесорастительная зона Хвойно-широколиственных лесов
- ▶ Площадь 7000 га
- ▶ Состав насаждений 50% береза, 20% ель, 10% сосна + дуб и липа
- ▶ Средний возраст 53 года
- ▶ Полнота 0.73

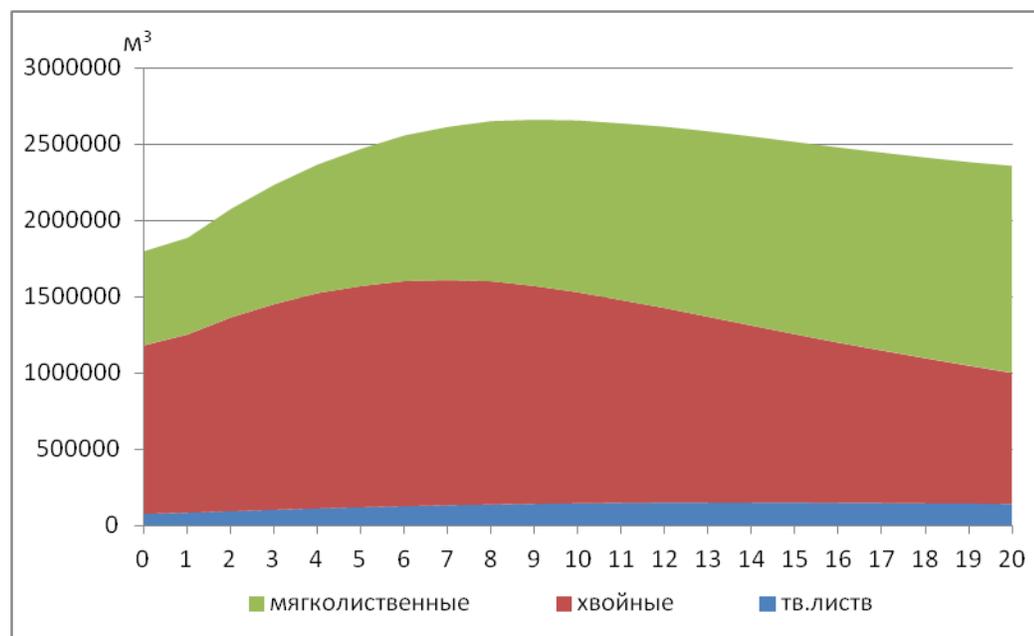


# Экспериментальные лесохозяйственные сценарии

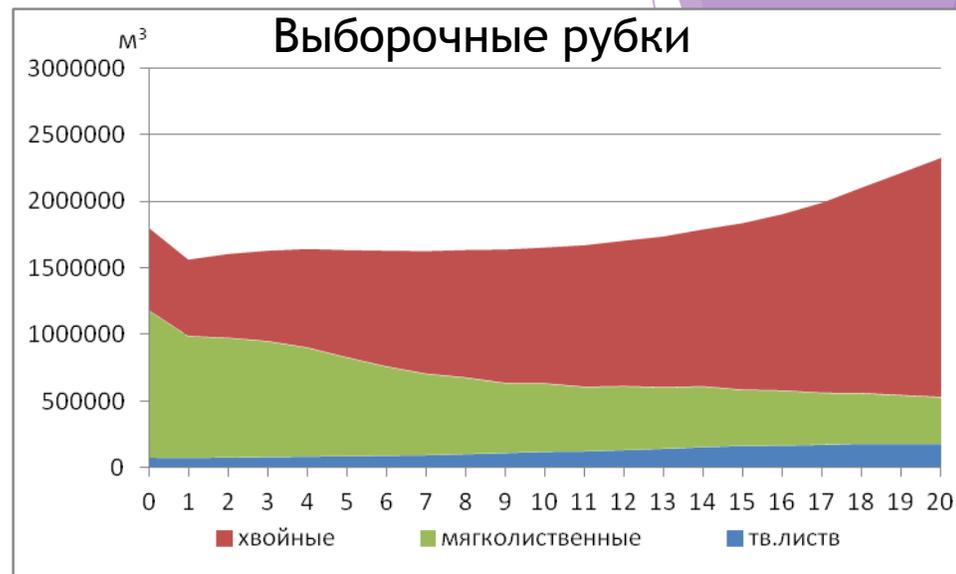
	<b>Сценарий «Естественное развитие»</b>	<b>Сценарий «Выборочные рубки»</b>	<b>Сценарий «Сплошные рубки»</b>
<b>Лесовосстановление</b>	Естественное заращивание	Естественное заращивание	Лесные культуры сосны и ели на 100%, агроуход, подготовка почвы
<b>Рубки ухода</b>	Не проводятся	В соответствии с действующим законодательством: осветление, прочистка, прореживание, проходная.	
<b>Уборка порубочных остатков</b>	-	Проводится	
<b>Уборка сухостоя</b>	Не убирается	Убирается	

# Динамика смены пород

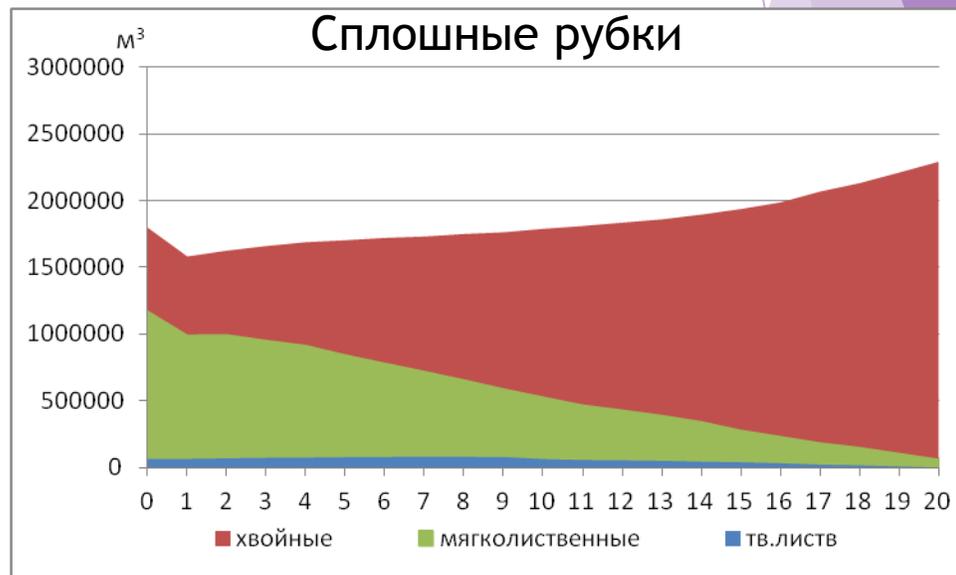
## Естественное развитие



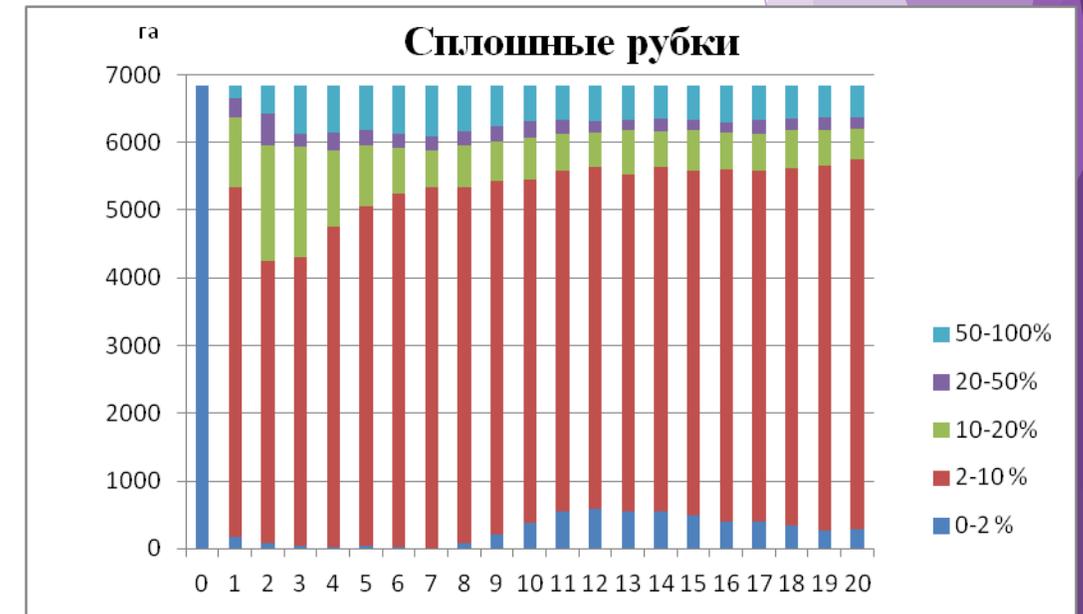
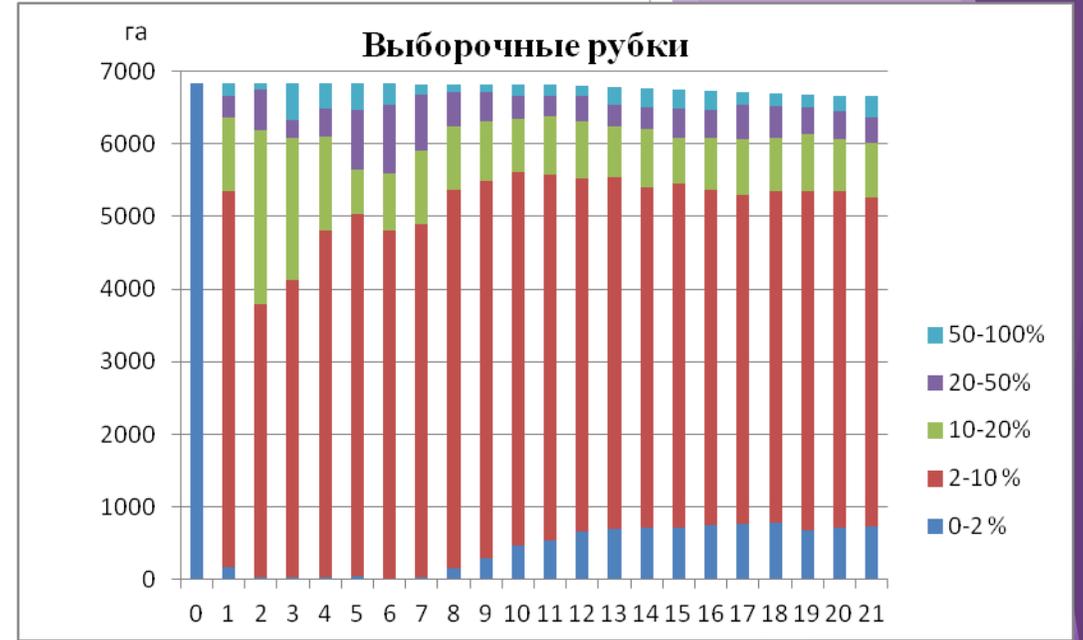
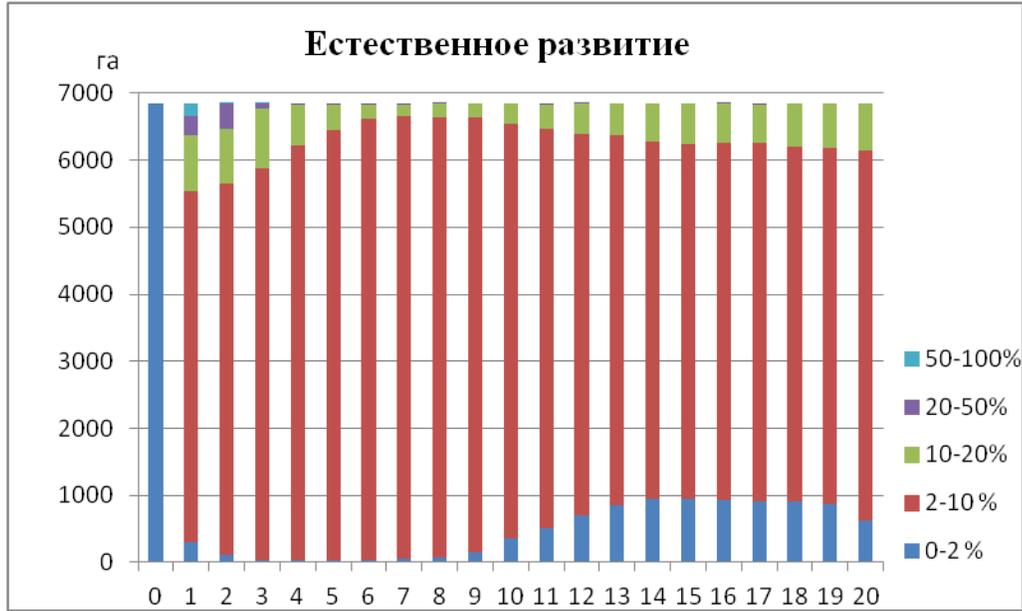
## Выборочные рубки



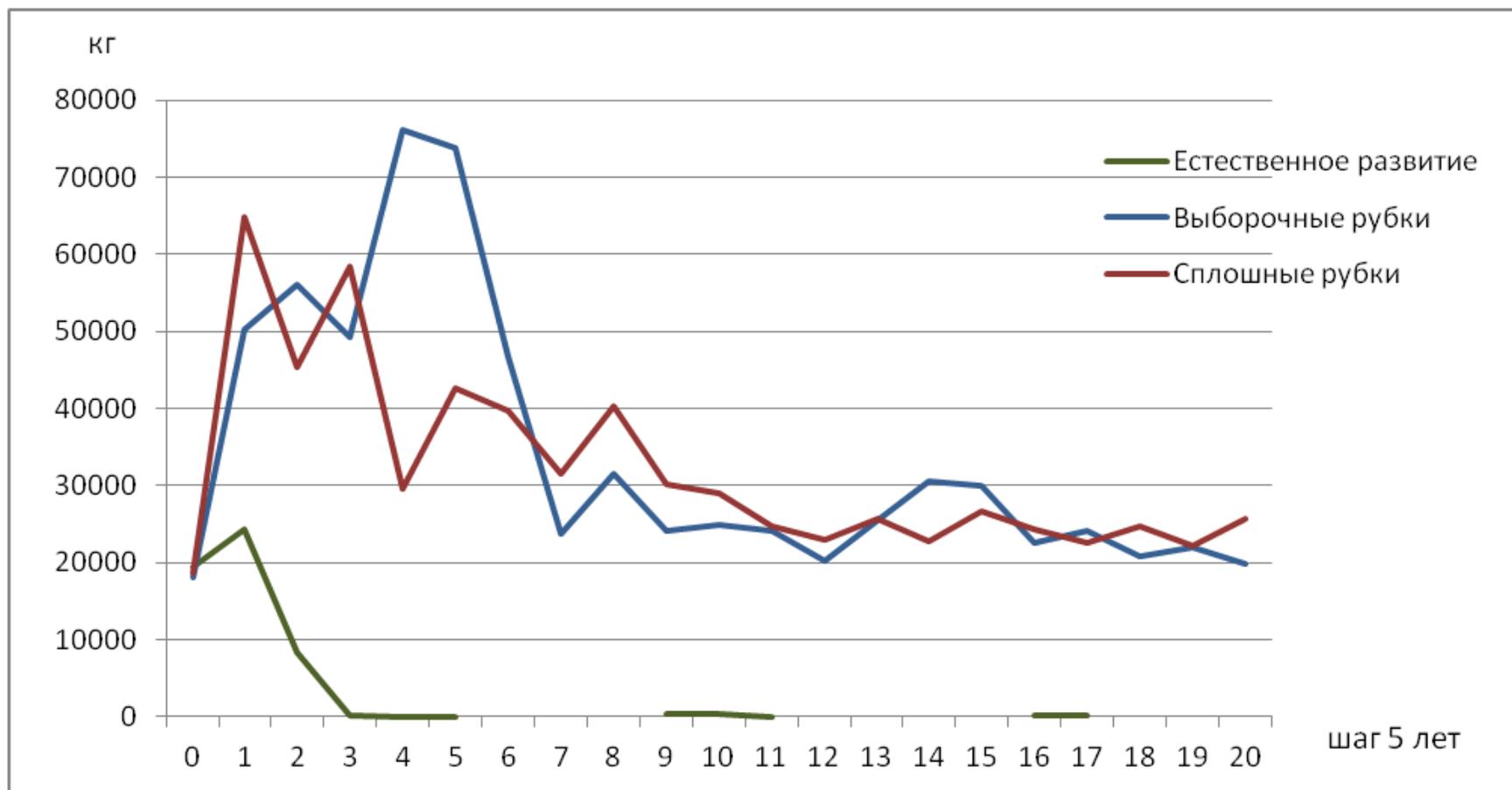
## Сплошные рубки



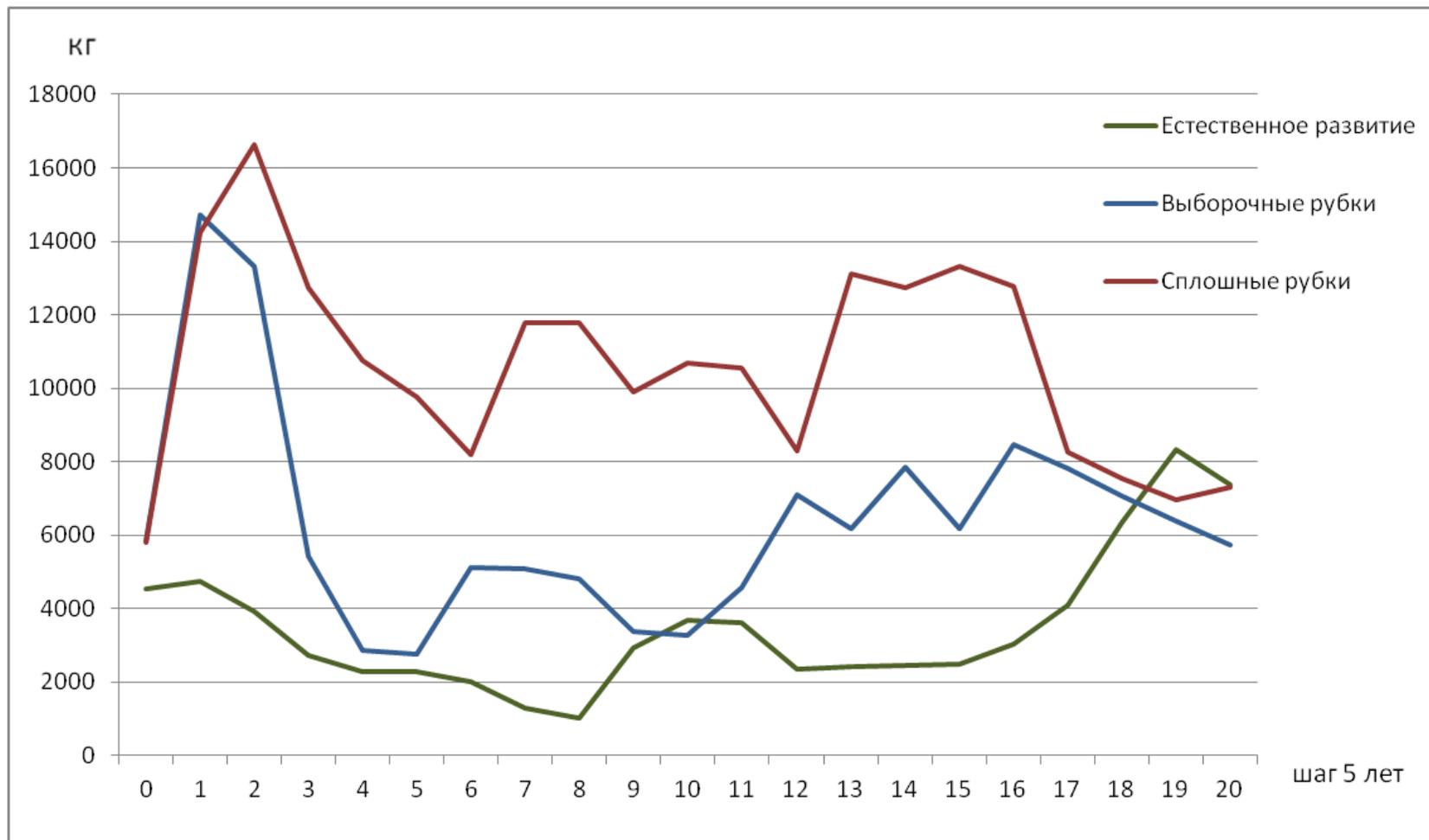
# Изменение площади лесных земель с различным уровнем освещённости напочвенного покрова



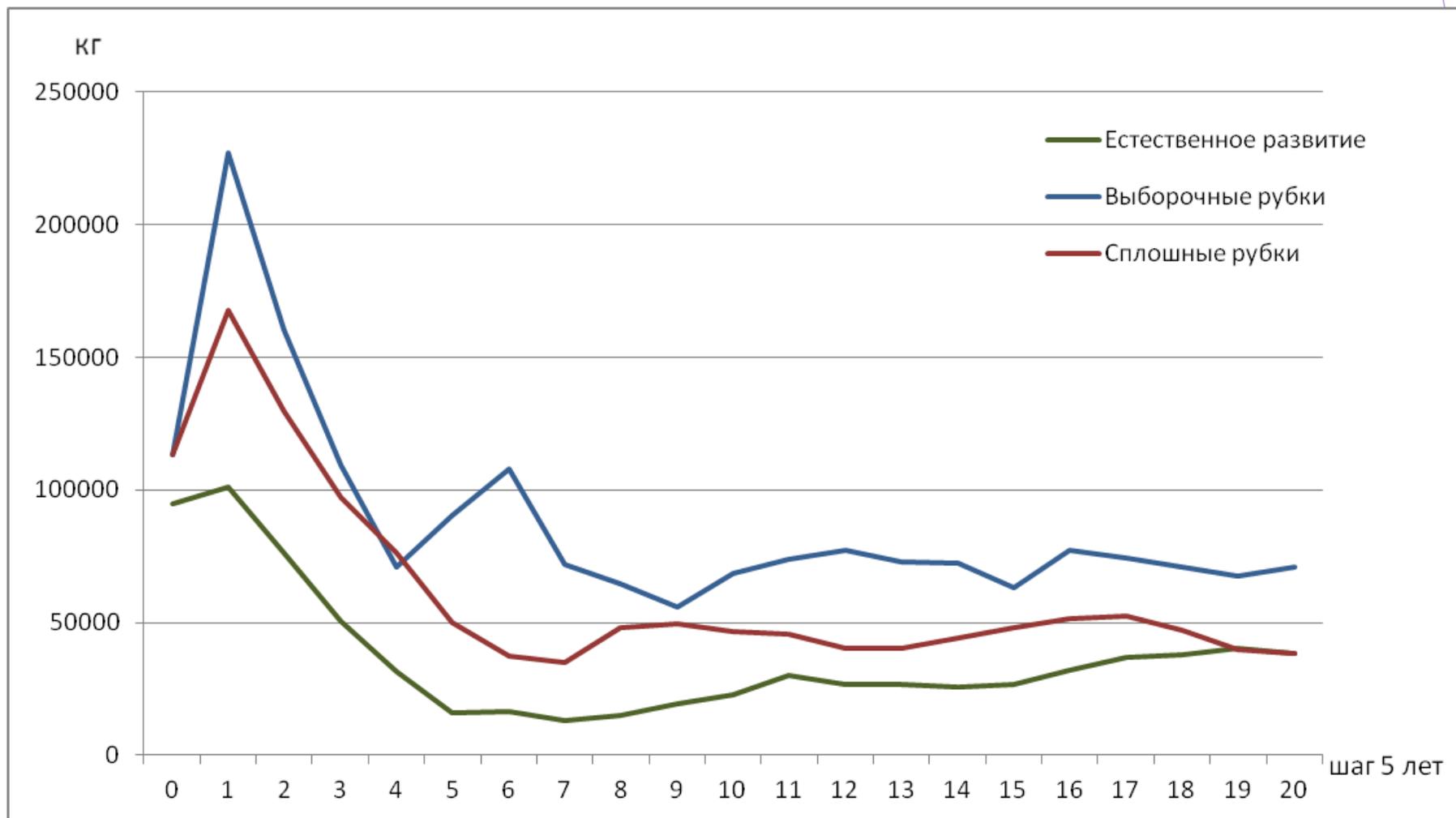
# Потенциальный урожай малины при различных лесохозяйственных сценариях



# Потенциальный урожай брусники при различных лесохозяйственных сценариях

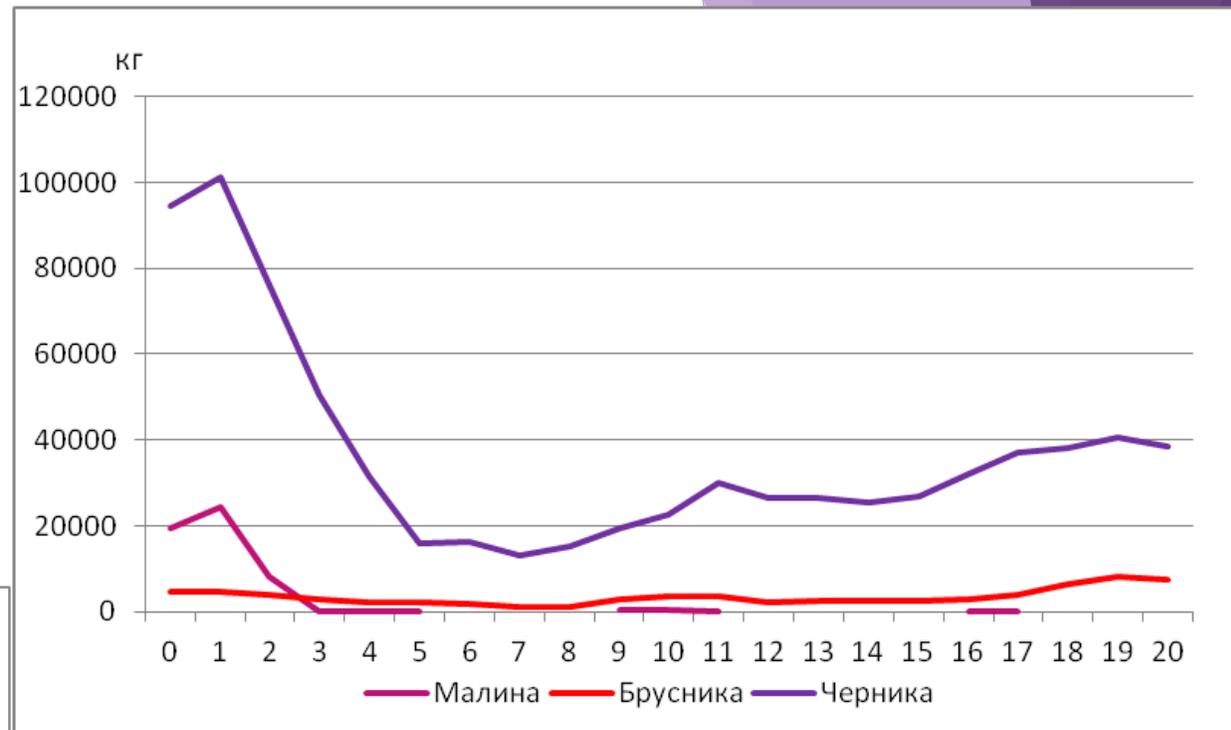
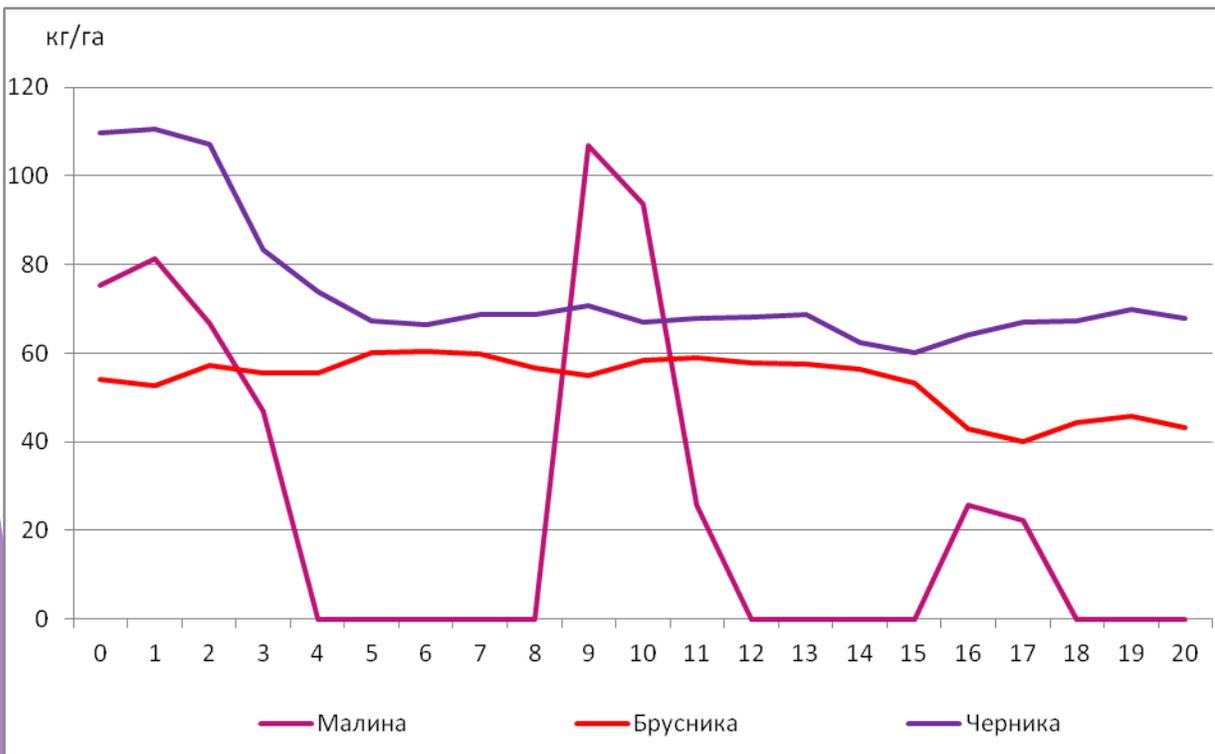


# Потенциальный урожай черники при различных лесохозяйственных сценариях



# Естественное развитие

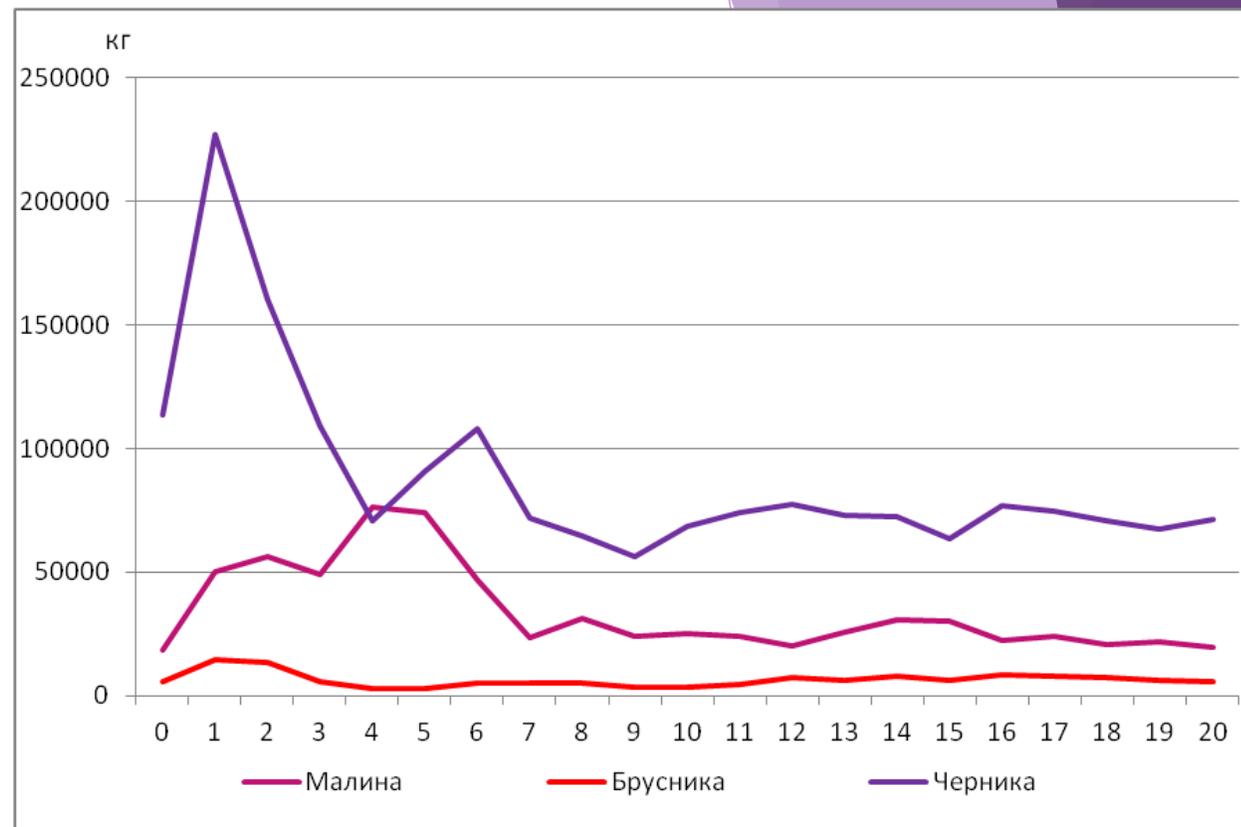
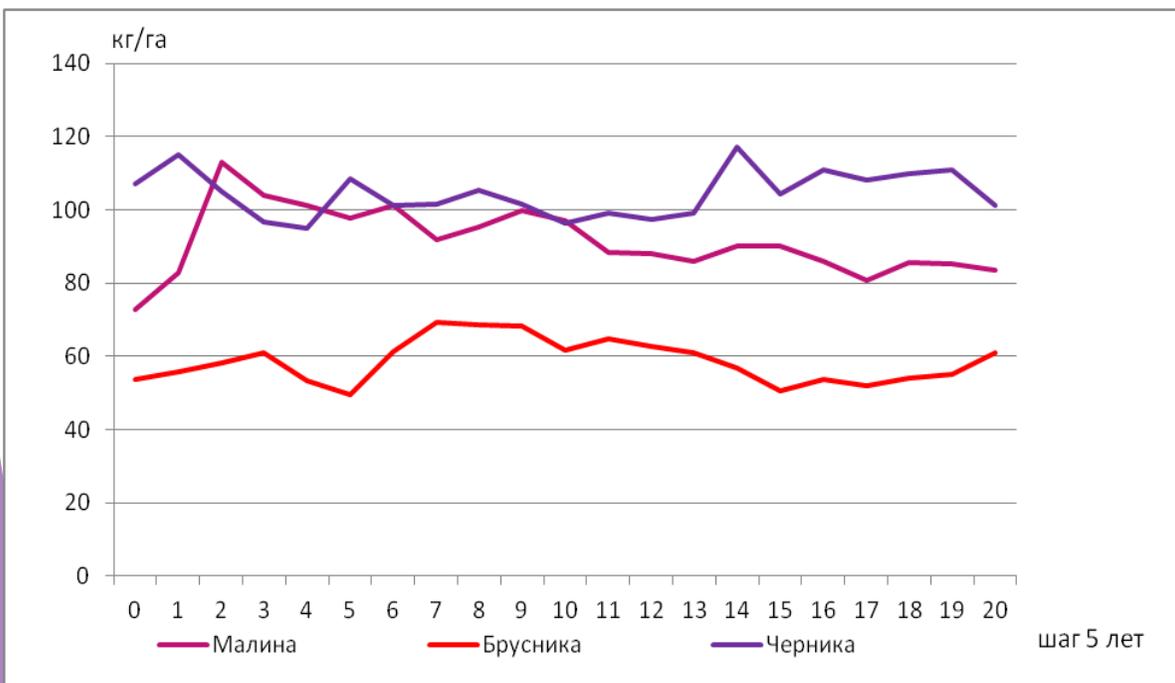
Среднегодовая продуктивность ягодников в выделах промышленного значения



Потенциальный урожай ягодников

# Выборочные рубки

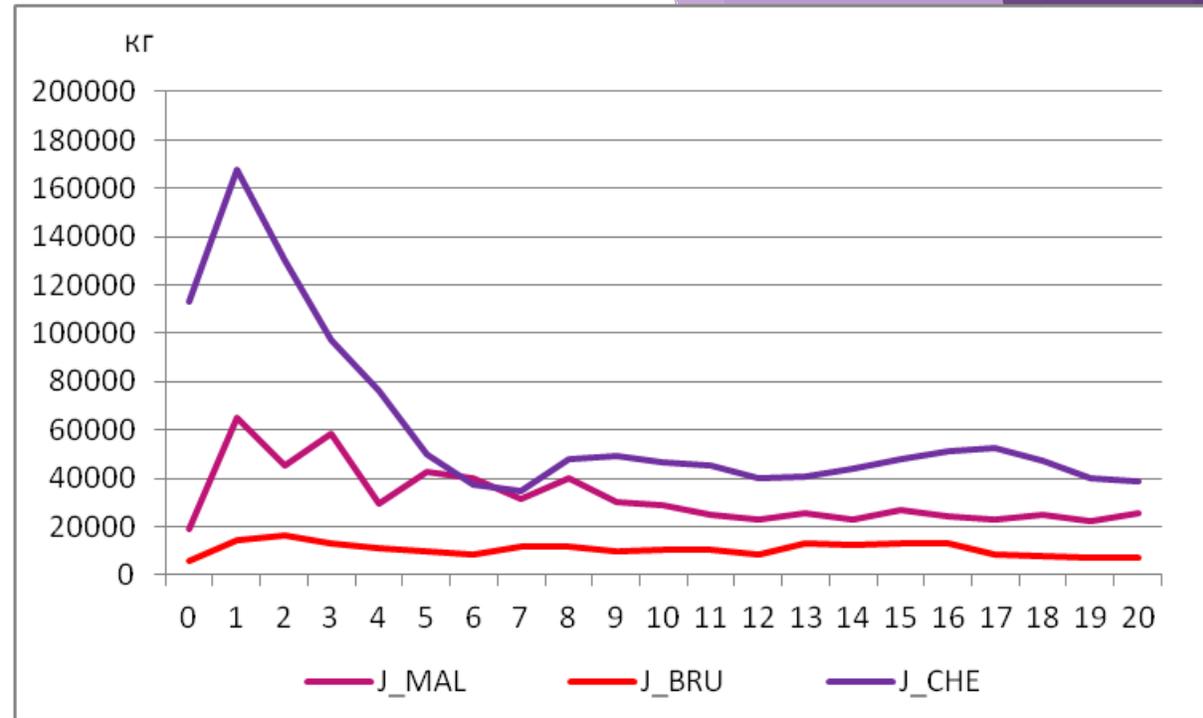
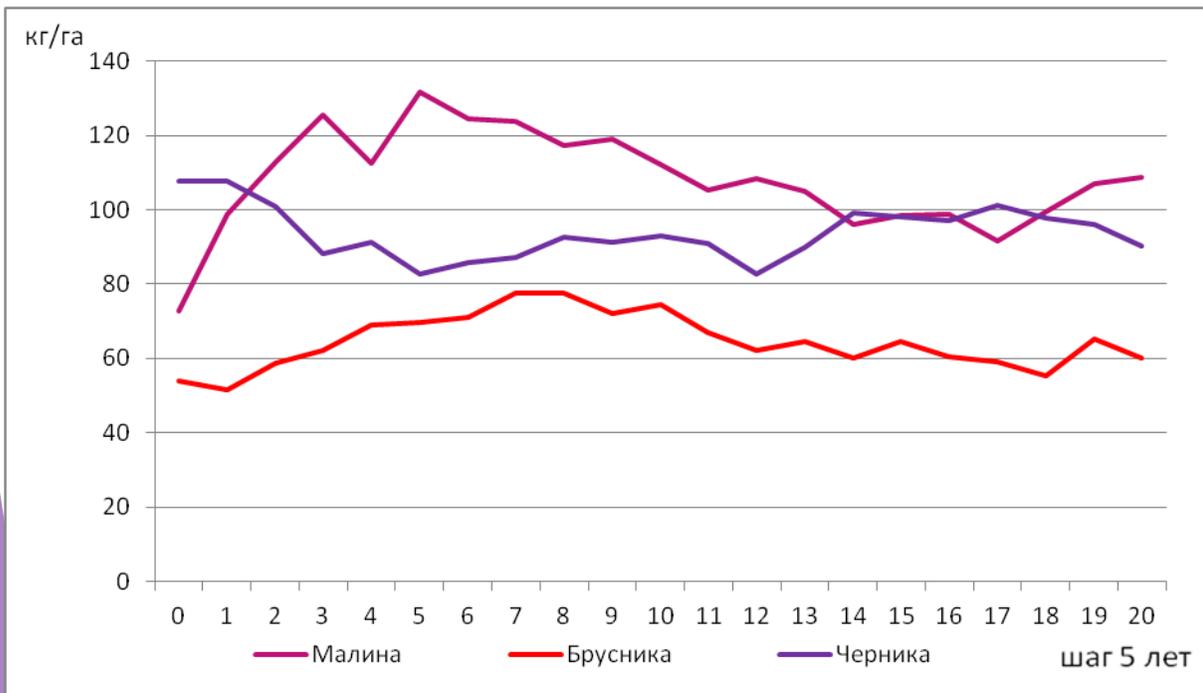
Среднегодовая  
продуктивность  
ягодников в выделах  
промыслового значения



Потенциальный  
урожай ягодников

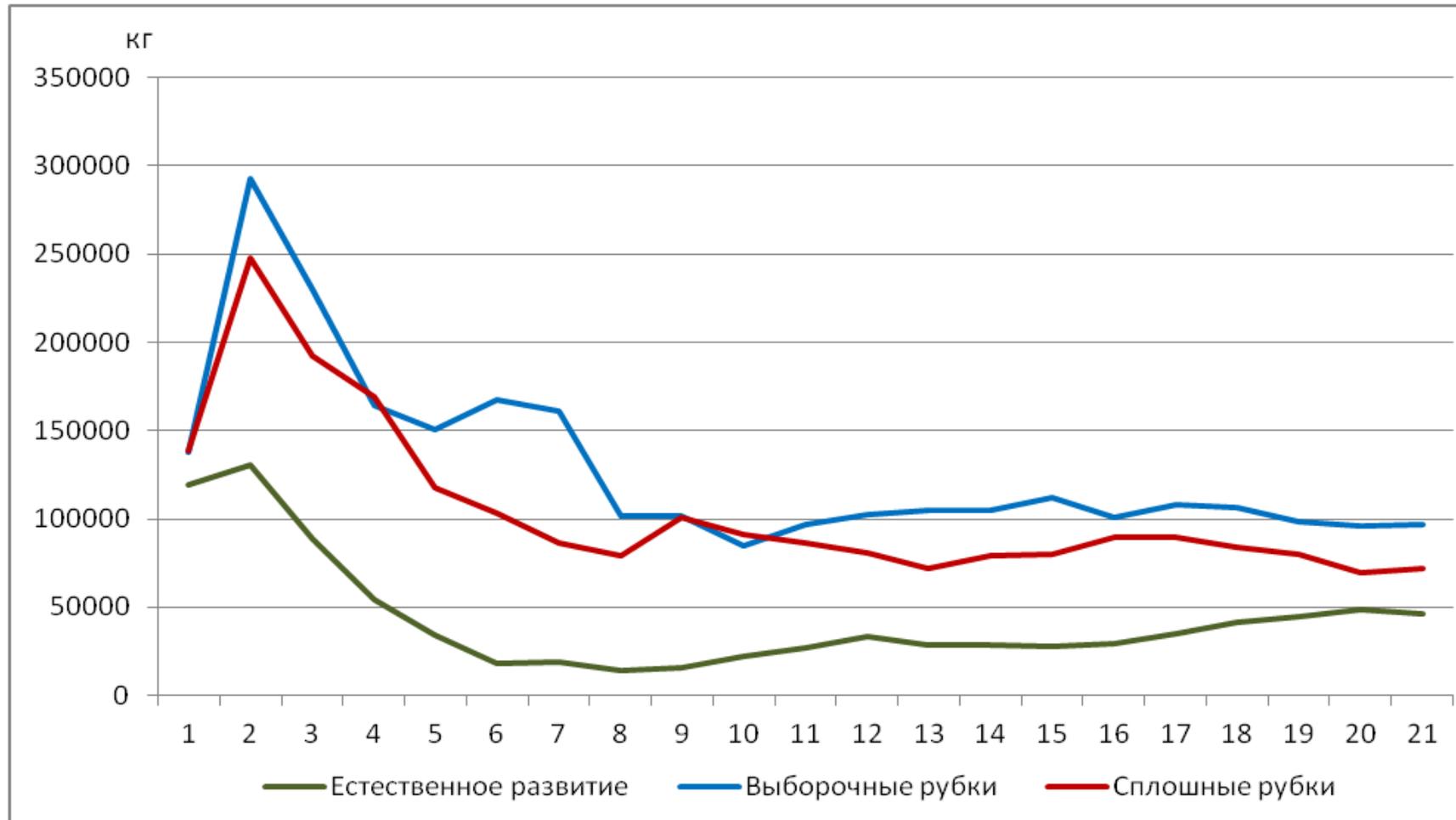
# Сплошные рубки

Среднегодовая  
продуктивность ягодников  
в выделах промыслового  
значения



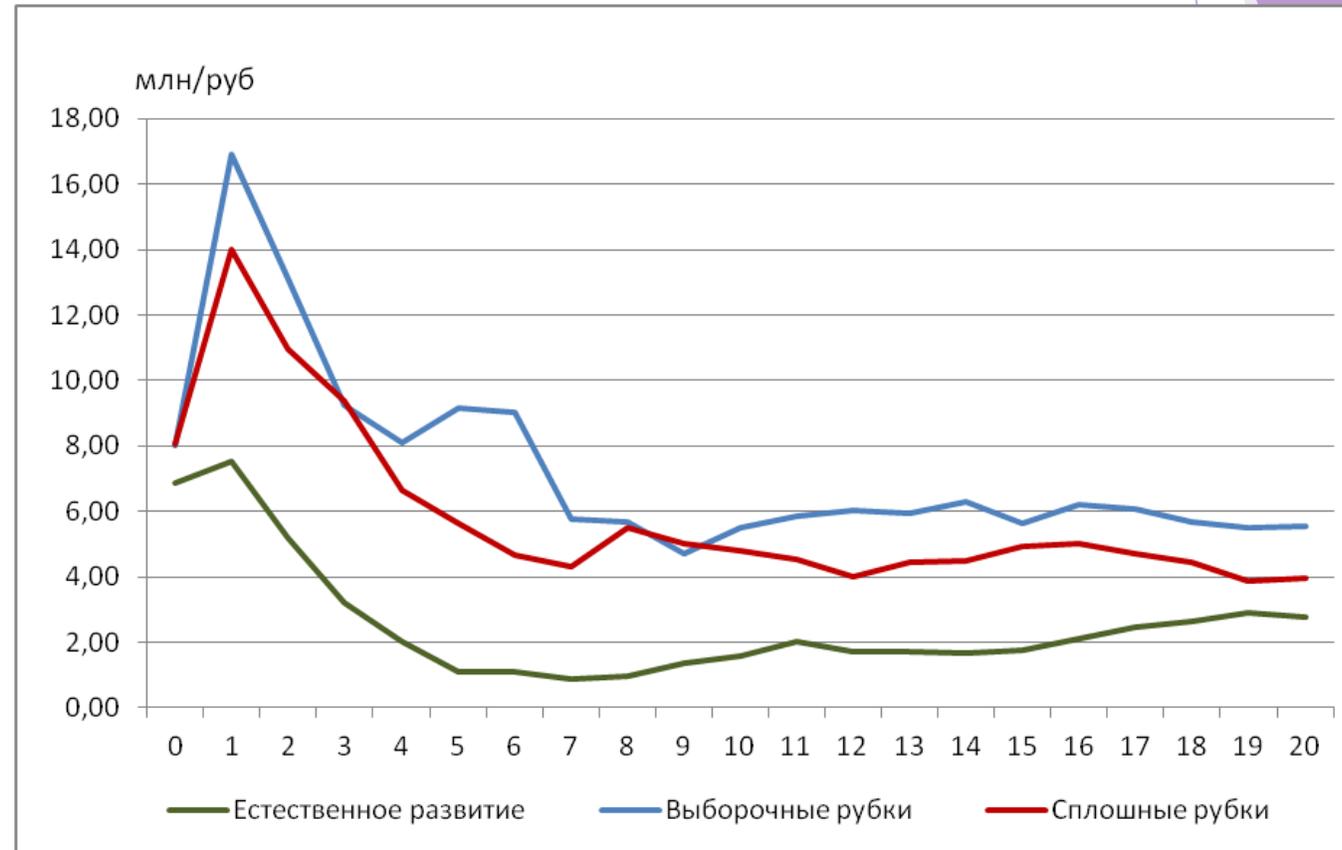
Потенциальный  
урожай ягодников  
при сплошных рубках

# Суммарный урожай ягодников при различных сценариях лесопользования



# Оценка по рыночной стоимости урожая ягод при различных сценариях лесопользования

Малина 160 р/кг  
Черника 200 р/кг  
Брусника 200 р/кг



# POLYFORES



# Планы на предстоящее полугодие

- ▶ Обработка полевых данных (измерение освещённости в ягодниках) на объектах в республике Карелия
- ▶ Моделирование динамики таксационных показателей лесных насаждений при разных сценариях лесопользования с помощью модели FORRUS-S на оставшихся объектах и экономическая оценка недревесных ресурсов леса на основе анализа ресурсного потенциала, транспортной доступности и потребности

Спасибо за внимание!

