



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

A01G 7/04 (2006.01)

(21)(22) Заявка: 2015129805, 17.12.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
17.12.2013

Дата регистрации:
18.01.2018

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
21.12.2012 US 61/740,558;
21.12.2012 EP 12198959.4

(43) Дата публикации заявки: 27.01.2017 Бюл. № 3

(45) Опубликовано: 18.01.2018 Бюл. № 2

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 21.07.2015

(86) Заявка РСТ:
IB 2013/061024 (17.12.2013)

(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2014/097138 (26.06.2014)

Адрес для переписки:
129090, Москва, ул. Б. Спасская, 25, стр. 3, ООО
"Юридическая фирма Городисский и Партнеры"

(72) Автор(ы):

КРЕЙН Марселлинуc Петрус Каролус
Михал (NL),
ПЕТЕРС Хенрикус Мари (NL),
ВАН ЭЧТЕЛТ Эстер Мария (NL),
ПЕТЕРС Марк Андре (NL),
ТАНАСЕ Кристина (NL),
ОНАК Габриэль-Юджин (NL),
НИКОЛЬ Селин Катрин Сара (NL),
ВАН ЭЛМПТ Роб Франсискус Мария (NL)

(73) Патентообладатель(и):

ФИЛИПС ЛАЙТИНГ ХОЛДИНГ Б.В. (NL)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: US 2010/031562 A1, 11.02.2010. US
2003/005626 A1, 09.01.2003. WO 2010/053341
A1, 14.05.2010. US 5269093 A, 14.12.1993. RU
2369086 C1, 10.10.2009.

(54) ИНТЕРФЕЙС ДЛЯ ОСВЕЩЕНИЯ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ ДЛЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПО
МЕНЬШЕЙ МЕРЕ С ОДНОЙ СИСТЕМОЙ ОСВЕЩЕНИЯ

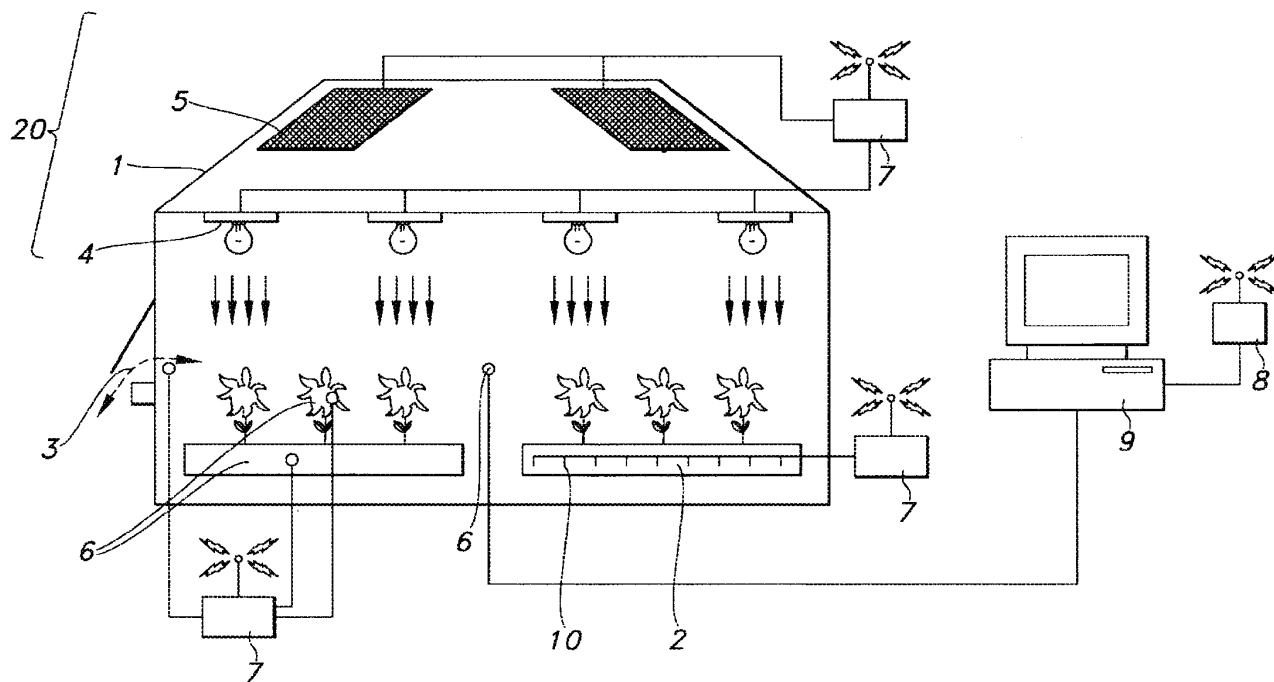
(57) Реферат:

Изобретение относится к интерфейсу 20 для преобразования желаемого физиологического ответа растения в управляющие инструкции по меньшей мере для одной системы 4, 5 освещения, имеющей регулируемые параметры освещения, причем упомянутый интерфейс 20 содержит: приемник для приема желаемого физиологического ответа растения, процессор, соединенный при функционировании с упомянутым приемником, для преобразования упомянутого желаемого физиологического ответа

растения в упомянутые управляющие инструкции, и передатчик 7, соединенный при функционировании с упомянутым процессором, для передачи упомянутых управляющих инструкций в упомянутую по меньшей мере одну систему 4, 5 освещения, причем упомянутый желаемый физиологический ответ растения определен в виде заданной точки в многомерном пространстве растениеводческих воздействий. Кроме того, изобретение относится к системе для растениеводства, датчику и способу

преобразования желаемого физиологического ответа растения в управляющие инструкции по меньшей мере для одной системы освещения. Изобретение обеспечит возможность управления

освещением и/или альтернативный способ освещения для применения в растениеводстве. 6 н. и 8 з.п. ф-лы, 15 ил.



Фиг.1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
A01G 7/04 (2006.01)

(21)(22) Application: **2015129805, 17.12.2013**

(24) Effective date for property rights:
17.12.2013

Registration date:
18.01.2018

Priority:

(30) Convention priority:
21.12.2012 US 61/740,558;
21.12.2012 EP 12198959.4

(43) Application published: **27.01.2017 Bull. № 3**

(45) Date of publication: **18.01.2018 Bull. № 2**

(85) Commencement of national phase: **21.07.2015**

(86) PCT application:
IB 2013/061024 (17.12.2013)

(87) PCT publication:
WO 2014/097138 (26.06.2014)

Mail address:
129090, Moskva, ul. B. Spasskaya, 25, str. 3, OOO
"Yuridicheskaya firma Gorodisskij i Partnery"

(72) Inventor(s):

KREJN Marsellinus Petrus Karolus Mikhal (NL),
PETERS Khenrikus Mari (NL),
VAN ECHELT Ester Mariya (NL),
PETERS Mark Andre (NL),
TANASE Kristina (NL),
ONAK Gabriel-Yudzhin (NL),
NIKOL Selin Katrin Sara (NL),
VAN ELMPT Rob Fransiskus Mariya (NL)

(73) Proprietor(s):

FILIPS LAJTING KHOLDING B.V. (NL)

(54) **INTERFACE FOR LIGHTING IN CROP PRODUCTION FOR INTERACTION WITH AT LEAST ONE LIGHTING SYSTEM**

(57) Abstract:

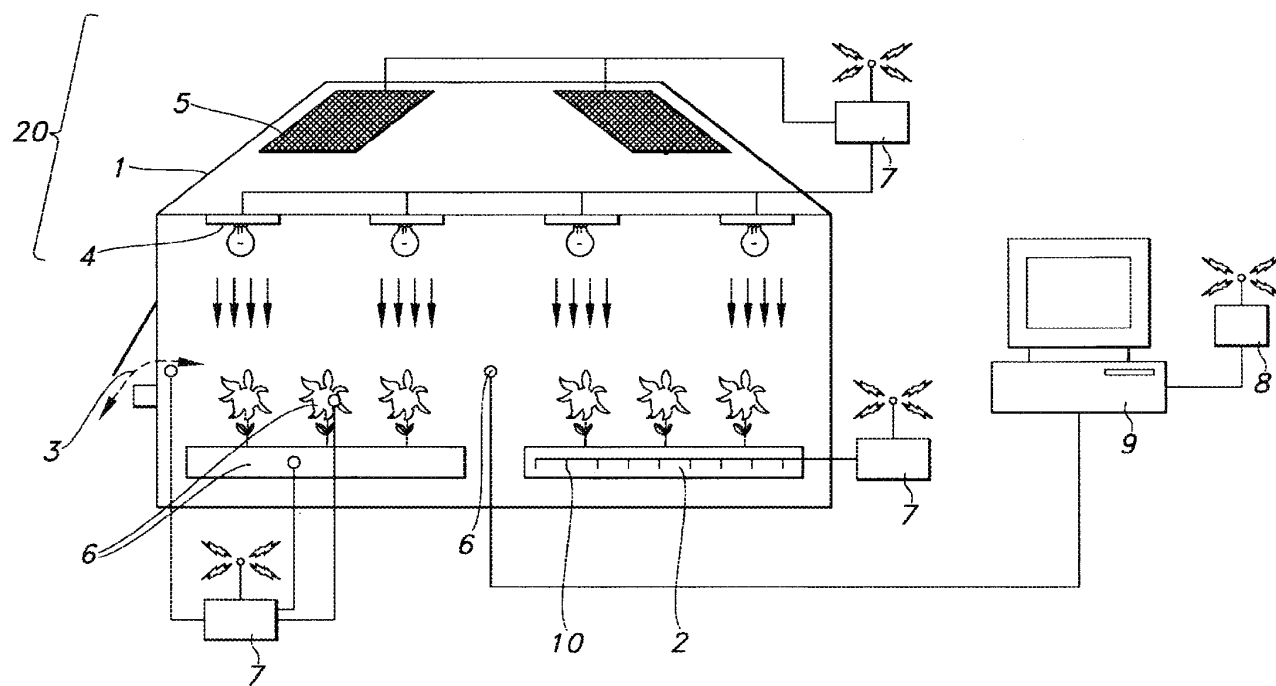
FIELD: lighting.

SUBSTANCE: invention relates to an interface 20 for converting a desired physiological response of a plant to control instructions for at least one lighting system 4, 5 having adjustable lighting parameters, said interface 20 comprises: a receiver for receiving the desired physiological response of the plant, a processor connected in operation with said receiver for converting said desired physiological response of the plant to said control instructions, and a transmitter 7 connected in operation with said processor, for transmitting said control instructions to said at least one lighting system

4, 5, wherein said desired physiological response of the plant is defined as a predetermined point in the multidimensional crop propagation space. In addition, the invention relates to crop production system, a sensor and a method for converting a desired physiological response of a plant to control instructions for at least one lighting system.

EFFECT: invention will provide the ability to control lighting and an alternative lighting method for use in crop production.

14 cl, 15 dwg



Фиг.1

Область техники, к которой относится изобретение

Изобретение относится к интерфейсу для освещения в растениеводстве для взаимодействия по меньшей мере с одной системой освещения.

Уровень техники

5 Освещение в растениеводстве является известным в данной области. В US 2010031562, например, описана осветительная установка для применения в тепличном хозяйстве для освещения сельскохозяйственных культур в теплице, содержащее ряд источников освещения, таких как лампы, установленных над сельскохозяйственными культурами, которые планируется освещать, и ряд устройств для регулирования интенсивности
10 света источников освещения, отличающееся тем, что устройства для регулирования интенсивности света оснащены управляющими устройствами для периодического автоматического изменения интенсивности света источников освещения, соединенных с устройствами для регулирования интенсивности света, в соответствии с заданной схемой. В US 2010031562 соответственно предложены способ и осветительная установка
15 для тепличного хозяйства. В частности, источники освещения разделены на несколько групп, и осветительная установка разработана таким образом, чтобы при использовании интенсивность света каждой группы изменялась согласно заданной схеме, при этом схемы у различных групп являются смещенными по фазе относительно друг друга таким образом, чтобы электрическая мощность, потребляемая всеми группами
20 одновременно, изменялась меньше чем сумма изменений электрических мощностей, подаваемых на отдельные группы, более конкретно таким образом, чтобы электрическая мощность, потребляемая всеми группами одновременно, изменялась меньше чем электрическая мощность, подаваемая на одну группу, более конкретно таким образом, чтобы электрическая мощность, потребляемая всеми группами одновременно,
25 изменялась настолько мало, насколько это возможно, или не изменялась, по крайней мере практически. В частности, все схемы могут являться одинаковыми, но только смещенными по фазе относительно друг друга.

Раскрытие изобретения

Растения используют процесс фотосинтеза для превращения света, CO_2 и H_2O в
30 углеводы (сахара). Эти сахара потребляются в метаболических процессах. Избыток сахаров используется для формирования биомассы. Такое формирование биомассы включает в себя удлинение стебля, увеличение площади листьев, цветение, плодообразование и т.д. Фоторецептором, ответственным за фотосинтез, является хлорофилл, а у высших растений - также каротиноиды, входящие в состав
35 светособирающих комплексов. Помимо фотосинтеза, фотопериодизм, фототропизм и фотоморфогенез также представляют собой примеры физиологических процессов, связанных с взаимодействием света, или электромагнитного излучения с длиной волны от 300 нм до 800 нм, и растений:

- фотопериодизм относится к способности растений ощущать и измерять
40 периодичность интенсивности света (например, для вызова цветения),
- фототропизм относится к тому, что растение растет по направлению к свету или от него, и
- фотоморфогенез относится к изменению формы в ответ на качество и количество света.

45 Два основных пика поглощения хлорофиллов а и b лежат в красной и синей областях, соответственно 625-675 нм и 425-475 нм. Кроме того, также имеются другие пики, локализованные в ближней УФ (300-400 нм) и в дальней красной (700-800 нм) областях спектра. Основная фотосинтетическая активность, по-видимому, протекает при свете

с длиной волны в диапазоне 400-700 нм. Излучение, лежащее в данном диапазоне, называется фотосинтетически активным излучением (PAR).

Фитохромная система включает в себя две формы фитохромов, Pr и Pfr, пики чувствительности которых лежат в красной 660 нм и в дальней красной 730 нм областях спектра соответственно. Активность фитохромов регулирует различные ответы растения, такие как разворачивание листьев, восприятие соседей, избегание тени, удлинение стебля, прорастание семян и индукция цветения.

В растениеводстве освещенность обычно оценивают в количестве фотонов PAR (фотосинтетически активное излучение) (вклад в фотосинтез всех фотонов с длиной волны в диапазоне 400-700 нм считается одинаковым) и ее можно измерять и выражать в виде количества фотонов в секунду на единицу площади (мкмоль/с/м^2 ; моль соответствует $6 \cdot 10^{23}$ фотонов). В качестве альтернативы, освещенность можно измерять и выражать в единицах мощности оптического излучения, в (мили) ваттах.

Рост растений зависит не только от количества света или интенсивности света, но также и от спектрального состава, длительности и расписания освещения растений. Оптимальная комбинация параметров света, с точки зрения интенсивности, спектрального состава, длительности и расписания, для развития растения, зависящая от конкретного растения, называется «световой рецепт».

Традиционно для выращивания растений был доступен только солнечный свет. Развитие искусственного освещения и, например, теплиц привело к созданию специальных осветительных устройств для этих целей. Сначала использовали электрические лампы, осветительные устройства, основанные на нагревании проволоки, и натриевые лампы высокого давления (HPS). HPS и металлогалогеновые лампы представляют собой газоразрядные лампы (принцип действия основан на формировании дугового разряда между двумя электродами в газе, заполняющем лампу, причем дуговой разряд ионизирует газы и присутствующие галогениды металлов или, в случае HPS, амальгаму натрия). Лампы накаливания (вакуумные или заполненные галогенами) основаны на принципе нагревания проволоки, обычно из вольфрама. На третьем часто используемом принципе основаны люминесцентные лампы, также представляющие собой газоразрядные лампы (заполненные парами ртути), в которых УФ-излучение, формируемое ионизированной ртутью, преобразуется люминофорами, нанесенными на внутреннюю поверхность лампы, в видимый свет. Все три типа ламп используют для освещения в растениеводстве. HPS лампы часто используют в теплицах для ассимиляционного освещения, обеспечивающего высокий уровень освещения; лампы накаливания также используют в теплицах в качестве ламп для цветения (для индукции цветения) и флуоресцентные лампы используют в камерах для выращивания культуры ткани и в камерах для выращивания растений без естественного освещения. В принципе, LED освещение может заменить и, вероятно, заменит традиционные источники освещения, используемые в растениеводстве, и, вероятно, позволит применять способы культивирования, которые будут совершенно новыми и которые нельзя предвидеть в настоящее время. При использовании LED в настоящее время становится возможным формирование освещения любого спектра от 300 нм до 800 нм, более эффективно, чем при использовании большинства традиционных источников, кроме того, можно регулировать спектральный состав источника света, основанного на LED. LED могут выполнять ряд ролей в освещении в растениеводстве, таких как:

Дополнительное освещение. Освещение, которое дополняет естественный солнечный свет, используется для увеличения продуктивности (например томатов), расширения сезона выращивания сельскохозяйственной культуры, например на осенний, зимний и

весенний периоды, когда цены на сельскохозяйственную культуру могут становиться выше, или в качестве способа управления для регулирования морфологии сельскохозяйственной культуры.

Фотопериодическое освещение. Длительность светового дня является важной для многих растений. Отношение длительностей светового и темного периодов в 24 часов цикле влияет на цветение многих растений. Управление этим отношением с помощью дополнительного освещения позволяет регулировать время цветения.

Применение в культивировании без естественного освещения в «питомниках» и в выращивании культур тканей.

В ближайшем будущем традиционные источники света, возможно, продолжат играть свою роль. В некоторых ситуациях они могут оказаться более экономически эффективными и/или просто хорошо зарекомендовавшими себя источниками искусственного света для выращивания растений. Возможно в сочетании с источниками естественного света и/или с другими источниками искусственного света.

Различные производители осветительных устройств создают осветительные устройства, имеющие различающиеся характеристики, как в спектре формируемого излучения, так и в интенсивности. Источники света стали различаться еще больше при появлении LED источников света. Кроме того, растениевод может использовать и совмещать различные типы осветительных устройств в своей теплице. Совмещение всех этих различных осветительных устройств в теплице и обеспечение оптимальных типов освещения на соответствующих стадиях роста растения представляют собой непростую задачу. Фактически LED освещение обеспечивает возможность регулировать спектральный состав в зависимости от времени. Не только количество света представляет интерес, но особенно интересным и нуждающимся в регуляции является качество света.

Таким образом, одним из аспектов изобретения является обеспечение управления освещением для применения в растениеводстве и/или альтернативный способ освещения для применения в растениеводстве, который предпочтительно по меньшей мере частично устраняет одно или более из описанных выше затруднений.

Таким образом, изобретение предлагает интерфейс для преобразования желаемых физиологических ответов растения в управляющие инструкции для по меньшей мере одной системы освещения, имеющей по меньшей мере один регулируемый параметр освещения, причем упомянутый интерфейс содержит:

приемник для приема желаемого физиологического ответа растения;

процессор, соединенный при функционировании с упомянутым приемником, для преобразования упомянутого желаемого физиологического ответа растения в упомянутые управляющие инструкции; и

передатчик, соединенный при функционировании с упомянутым процессором, для передачи упомянутых управляющих инструкций упомянутой по меньшей мере одной системе освещения,

при этом упомянутый желаемый физиологический ответ растения задается в виде заданной точки в многомерном пространстве растениеводческих воздействий, упомянутое многомерное пространство растениеводческих воздействий содержит по меньшей мере два измерения, выбранных из первого измерения, характеризующего желаемое воздействие на фотосинтез, второго измерения, характеризующего желаемое воздействие на фитотропин, третьего измерения, характеризующего желаемое воздействие на фитохром Pr, и четвертого измерения, характеризующего желаемое воздействие на фитохром Pfr,

при этом упомянутый процессор соединен при функционировании с запоминающим устройством, содержащим описание подпространства многомерного пространства растениеводческих воздействий, представляющего точки многомерного пространства растениеводческих воздействий, подлежащие преобразованию в управляющие инструкции, осуществимые для упомянутой по меньшей мере одной системы освещения, и

при этом упомянутый процессор выполнен с возможностью отображения упомянутой заданной точки в целевую точку в упомянутом подпространстве и для определения соответствующих управляющих инструкций для упомянутой по меньшей мере одной системы освещения.

В варианте осуществления изобретение относится к интерфейсу для преобразования желаемого физиологического ответа растения в управляющие инструкции для по меньшей мере одной системы освещения, имеющей по меньшей мере один регулируемый параметр освещения. Упомянутый интерфейс содержит:

приемник для приема желаемого физиологического ответа растения;

процессор, соединенный при функционировании с упомянутым приемником, для преобразования упомянутого желаемого физиологического ответа растения в упомянутые управляющие инструкции; и

передатчик, соединенный при функционировании с упомянутым процессором, для передачи упомянутых управляющих инструкций упомянутой по меньшей мере одной системе освещения.

Упомянутый желаемый физиологический ответ растения в данном варианте осуществления задается в виде заданной точки в многомерном пространстве растениеводческих воздействий, упомянутое многомерное пространство растениеводческих воздействий представлено одной из следующих систем:

(i) первая координатная система, содержащая по меньшей мере первое измерение, характеризующее желаемое воздействие на фотосинтез, и второе измерение, характеризующее желаемое воздействие на фототропин;

(ii) вторая координатная система, содержащая по меньшей мере первое измерение, характеризующее желаемое воздействие на фотосинтез, второе измерение, характеризующее желаемое воздействие на фитохром Pr, и третье измерение, характеризующее желаемое воздействие на фитохром Pfr; и

(iii) третья координатная система, содержащая по меньшей мере первое измерение, характеризующее желаемое воздействие на фототропин, второе измерение, характеризующее желаемое воздействие на фитохром Pr, и третье измерение, характеризующее желаемое воздействие на фитохром Pfr.

Упомянутый процессор соединен при функционировании с запоминающим устройством, содержащим описание подпространства многомерного пространства растениеводческих воздействий, представляющего точки многомерного пространства растениеводческих воздействий, подлежащие преобразованию в управляющие инструкции, осуществимые для упомянутой по меньшей мере одной системы освещения, и упомянутый процессор выполнен с возможностью отображения упомянутой заданной точки в целевую точку в упомянутом подпространстве и для определения соответствующих управляющих инструкций для упомянутой по меньшей мере одной системы освещения.

Координаты в пространстве растениеводческих воздействий можно применять, например, для регуляции условий в теплице. В теплицах устанавливают множество различных систем, помогающих выращивать сельскохозяйственные культуры и другие

растения. Фактически, в связи с этим, термин 'растениеводство' можно расширить даже на выращивание водорослей и аналогичных организмов.

Идея объединить осветительные устройства с источниками света постоянной интенсивности вместе с осветительными устройствами с источниками света регулируемой интенсивности и вместе с многоцветными регулируемые источниками освещения в одной системе освещения и обеспечить возможность простого регулирования спектрального состава излучения, используя пространство растениеводческих воздействий, является новой и обеспечивает преимущества как для устанавливающих систему конечных пользователей, так и для разработчиков климатических компьютеров (программистов) и производителей ламп.

Пространство растениеводческих воздействий можно использовать для многих целей:

1. Для прогнозирования ответа растений на свет и описания световых рецептов для различных сельскохозяйственных культур.

2. Для обеспечения возможности для производителей ламп описывать спектральный состав света ламп актуальным для растениеводов способом.

3. Дополнительное применение пространства растениеводческих воздействий можно найти в области динамического регулирования спектра освещения для роста растений. Системы управления климатом могут регулировать спектр света, передавая правильные координаты в пространстве растениеводческих воздействий, не требуя информации о спектрах установленных ламп.

4. Светочувствительные датчики измеряют спектр и могут использовать координаты для того, чтобы описать спектральный состав как искусственного света, так и естественного света.

Известными системами, устанавливаемыми в теплицах, являются системы питания, относящиеся к обеспечению водой и/или питательными веществами, системы вентиляции, обеспечивающие правильную температуру и состав воздуха, например правильное содержание углекислого газа, и системы освещения, обеспечивающие правильное количество (интенсивность) и/или (спектральный) состав света в правильных местах.

В некоторых теплицах эти системы управляются системой управления климатом.

В известных тепличных системах предусмотрены рецепты выращивания, позволяющие растениеводу выбрать сельскохозяйственную культуру. Согласно рецепту выращивания системе управления климатом передаются данные, зависящие от времени, или расписание, и настройки для системы питания и системы вентиляции. В традиционных теплицах системы освещения могут содержать пассивную часть и активную часть. При этом пассивная часть может содержать средства затенения для изменения количества естественного света, обычно солнечного. Активная часть традиционно содержит устройства для искусственного освещения, такие как HPS и лампы накаливания. В таких традиционных теплицах система управления климатом может управлять средствами затенения и может включать и выключать устройства для искусственного освещения.

В современных системах освещения, присутствующих на рынке, все чаще используются LED осветительные устройства, которые могут содержать комбинацию LED источников света. В основном, LED источники света имеют узкий и точно заданный спектр испускаемого излучения. В LED осветительных устройствах можно совмещать множество LED источников света и даже можно комбинировать различные типы, с точки зрения спектра испускаемого излучения, LED источников света.

Выходное оптическое излучение можно описать в виде комбинации спектра испускаемого излучения, формы кривой зависимости интенсивности от длины волны,

и интенсивности, высоты этой кривой. В некоторых осветительных устройствах изменение одного из этих параметров, спектра испускаемого излучения или интенсивности может влиять и на второй параметр.

Осветительные устройства могут иметь различные механизмы для регуляции
5 выходного оптического излучения. В простом случае, как в случае некоторых
основанных на LED осветительных устройств, LED можно только включить или
выключить. Таким образом, в таких осветительных устройствах, включая и выключая
большее или меньшее количество LED, можно ступенчато регулировать интенсивность.
В случае других источников света, таких как лампа накаливания, за счет включения и
10 выключения лампы интенсивность регулируется бинарным способом. Используя,
например, затемняющие устройства у выходного оптического излучения лампы
накаливания можно регулировать и интенсивность, и спектр, но не независимо.

В настоящее время растениевод в теплице может в теории таким образом настроить
любые параметры условий освещения. На практике, однако, для того чтобы иметь
15 возможность регулировать условия освещения для влияния на развитие растения,
например, программному обеспечению в климатическом компьютере требуется
сообщить очень подробную техническую информацию об установленных осветительных
устройствах, а также об их расположении в теплице, для того, чтобы регулировать
спектральный состав и интенсивность излучаемого света и, в конечном счете, света,
20 получаемого растениями. В настоящее время при использовании традиционного
освещения растениеводы не могут эффективно регулировать спектральный состав
света. Можно управлять только уровнем освещенности. При использовании LED
освещения или сочетания LED освещения и традиционного освещения спектральный
состав можно регулировать, например, с помощью компьютера управления климатом.
25 Для осуществления этого и обеспечения правильной интенсивности и спектрального
состава света на уровне растений климатическому компьютеру должна быть доступна
подробная информация об установленных осветительных устройствах, а также об их
расположении в теплице. Кроме того, результаты, полученные в исследовательских
институтах, сообщающие оптимальные условия освещенности, необходимо перевести
30 в параметры, которые возможно задать на доступной системе освещения.

Настоящая разработка направлена на создание световых рецептов, которые можно
использовать, например, в климатических компьютерах и в устройствах для регуляции
света осветительных устройств. Помимо устройств для регуляции света также можно
использовать светочувствительные датчики для измерения одного или более уровней
35 освещенности от естественного света (интенсивности и/или спектрального состава) и
уровней освещенности от устройств для искусственного освещения в теплице.

Взаимодействие между всеми этими компонентами является сложным и в настоящее
время зависит от отдельных взаимодействующих устройств.

Разработка пространства растениеводческих воздействий позволяет регулированию
40 стать менее зависимым от технической конструкции осветительных устройств и других
компонентов. Другое преимущество заключается в том, что после задания пространства
растениеводческих воздействий необходимо вычислять и достигать только правильных
координат. Одинаковых координат можно достичь с помощью различных
осветительных устройств и используя различные спектры. И теперь можно использовать
45 наиболее эффективный путь достижения требуемых и/или желаемых условий
освещенности. Выбор пути достижения может зависеть от энергетической эффективности
или от экономической эффективности, и даже зависеть от требований эргономики. В
некоторых случаях должна обеспечиваться возможность для человека проверять

состояние сельскохозяйственной культуры или растений. Эффект воздействия на растения, однако, должен оставаться тем же.

Пространство растениеводческих воздействий можно использовать для прогнозирования ответа растений на свет и описания световых рецептов для различных сельскохозяйственных культур. С другой стороны, пространство растениеводческих воздействий может обеспечить возможность для производителей ламп описывать спектральный состав выходного излучения ламп актуальным и понятным для растениеводов способом. Оно также обеспечивает понятный и прозрачный способ передачи растениеводу информации об эффекте лампы или качестве лампы.

Дополнительное применение пространство растениеводческих воздействий может найти в области динамического регулирования спектра освещения для роста растений. Системы управления климатом могут регулировать спектр света осветительных устройств, передавая правильные координаты в пространстве растениеводческих воздействий, не требуя информации о точных спектрах установленных ламп.

Светочувствительные датчики могут измерять итоговый спектр и сообщать результат в форме координат в пространстве растениеводческих воздействий.

Таким образом, только область управления, содержащую координаты световых рецептов растений, необходимо осуществить в управляющем программном обеспечении и можно использовать при условии, что лампы могут работать в пределах желаемой области управления. Зависящее от ламп перепрограммирование упрощается.

Архитектура регулятора ламп больше не обязана соответствовать управляющему программному обеспечению. Световой рецепт не обязательно встраивать в осветительное устройство, а можно продавать конечному пользователю в виде дополнительного программного обеспечения к программному обеспечению управления климатом. В качестве альтернативы, световые рецепты могут содержаться в удаленной базе данных, доступ к которой может осуществляться, например, с помощью интерфейса.

Особенность пространства растениеводческих воздействий заключается в том, что с его помощью спектральный состав света, подаваемого растению, можно выразить в виде связанных с растением единиц. Эти единицы получают на основании характеристик оптического поглощения растений и ответа/действия растений. Спектральный состав света преобразуется в пространстве растениеводческих воздействий в точку или в координату в пространстве растениеводческих воздействий. Эту точку затем можно передать и преобразовать в спектральный состав и интенсивность света, излучаемого установленными системам освещения. Таким образом, это может упростить взаимодействие между растениеводами, физиологами растений, биологами, разработчиками теплиц и систем управления климатом в теплицах и производителями ламп.

В исследованиях по физиологии растений выявлено, что различные области спектра света отвечают за различные аспекты развития растений. Со временем это привело к нахождению нескольких так называемых спектров действия. Эти спектры действия отражают относительный вклад спектральных компонент и их относительный эффект на развитие растений. Другими словами, они характеризуют относительную эффективность различных длин волн света в вызове биологического ответа. Эти спектры действия, в свою очередь, связаны с присутствием светочувствительных компонентов в растениях, таких как хлорофилл.

Одним из спектров действия, хорошо известным в литературе, является спектр действия McCree. Этот спектр действия позволяет определить отношение между интенсивностью фотосинтеза у среднестатистического растения и условиями

освещенности. Он основан на фотосинтетической активности среднестатистического растения. Его состоятельность была подтверждена, например, в недавней работе E. Paradiso et al., Spectral dependence of photosynthesis and light absorptance in single leaves and canopy in rose, *Science Horticulturae* 127 (2011), pp. 548-554. Кривая McCree была впервые

установлена McCree в 1972 г. и была подтверждена в данной публикации.

В других исследованиях был найден эффект, называемый фототропизмом. Этот эффект вызывают так называемые фототропины, рецепторы синего света у растений, вызывающие, кроме фототропизма, например, миграцию хлоропластов и вызываемое синим светом открывание устьиц. Он отвечает, например, за рост растения по

направлению к или от света. Это описано, например, в Winslow R. Briggs and John M. Christie, Phototropins 1 and 2: versatile plant blue-light receptors, *Trends in Plant Science* Vol. 7 No 5, May 2002, pp 204-210.

В других исследованиях были найдены две взаимопревращающиеся формы фитохромов. Они характеризуются спектрами действия Pr и Pfr. Важность фитохромов можно оценить по различным физиологическим ответам, в которые они вовлечены, таким как разворачивание листьев, восприятие соседей, избегание тени, удлинение стебля, прорастание семян и индукция цветения. Два важных для этих ответов спектра действия обусловлены поглощающей дальнекрасный свет формой фитохромов (Pfr) и поглощающей красный свет формой фитохромов (Pr). Соответствующие спектры действия и вычисление фоторавновесного состояния фитохромов показано, например, в J.C. Sager et al., Photosynthetic Efficiency and Phytochrome Photoequilibria Determination Using Spectral Data, *American Society of Agricultural Engineers* 0001-2351/88/3106, pp 1882-1889.

Эти объясненные и рассмотренные выше спектры действия объединены в пространство растениеводческих воздействий, применяемое в настоящем документе. Эти спектры действия можно использовать для большинства зеленых растений. Для других растений, включая водоросли, могут потребоваться другие спектры действия. Эти специфические спектры действия можно использовать таким же способом, как и упомянутые выше спектры действия.

Было установлено, что использование двух измерений уже позволяет описывать условия освещенности, такое описание можно использовать в случаях, когда применяется ограниченное количество и/или ограниченное количество типов осветительных устройств. Установлено, что в этом случае такие две координаты дают наилучшее описание. Может, однако, потребоваться использование более подробного пространства растениеводческих воздействий.

В варианте осуществления координаты в пространстве растениеводческих воздействий характеризуют по меньшей мере интенсивность воздействия на фотосинтез и интенсивность воздействия на фототропин. Способ вычисления таких интенсивностей состоит в учете всех вкладов всех релевантных длин волн света в конкретное воздействие, взятых с соответствующими весовыми коэффициентами. При этом, правильные веса зависят от интенсивности света рассматриваемых длин волн. Способ вычисления интенсивности воздействия состоит в определении для каждой релевантной длины волны относительной интенсивности воздействия и в суммировании этих относительных интенсивностей для всех релевантных длин волн.

Очевидно, что таким образом существуют различные способы вычисления пространства растениеводческих воздействий, которые можно использовать для применения в растениеводстве.

В настоящем изобретении выполнены некоторые шаги к тому, чтобы получить

пространство растениеводческих воздействий, позволяющее передавать информацию об условиях освещенности и являющееся насколько возможно независимым от конкретных спектральных свойств осветительных устройств, установленных в теплице. Преимущества приведенного ниже способа задания заключаются в том, что он является понятным, он порождает пространство, являющееся насколько возможно линейным, и он позволяет вычислять различные величины, имеющее отношение к биологическим процессам в растениях.

Далее подробно описан пример пространства растениеводческих воздействий, основанного на описанных выше принципах. Возможны и другие полезные пространства растениеводческих воздействий. Впрочем, было показано, что приведенный ниже способ задания порождает пространство, являющееся насколько возможно линейным, дающее представление обо всех своих составляющих и являющееся относительно простым для понимания и практического использования. Это пространство растениеводческих воздействий можно использовать для большинства известных зеленых растений.

Четырехмерное пространство растениеводческих воздействий можно задать следующим способом. Сначала определяются следующие значения:

$$W = \int_{300\text{nm}}^{800\text{nm}} I(\lambda) \cdot Pfr(\lambda) d\lambda$$

$$X = \int_{300\text{nm}}^{800\text{nm}} I(\lambda) \cdot Pr(\lambda) d\lambda$$

$$Y = \int_{300\text{nm}}^{800\text{nm}} I(\lambda) \cdot \text{Фотосинтез}(\lambda) d\lambda$$

$$Z = \int_{300\text{nm}}^{800\text{nm}} I(\lambda) \cdot \text{Фототропизм}(\lambda) d\lambda$$

В этих уравнениях $I(\lambda)$ обозначает поток излучения в ваттах. Для использования этих значений описанные выше спектры действия нормируют. На Фиг. 5, которая будет подробно рассмотрена далее, показан нормированный спектр действия. Каждый спектр действия фактически нормируют таким образом, чтобы его максимальное значение равнялось 1. Для спектра действия $Pfr(\lambda)$ используют нормировку спектра действия $Pr(\lambda)$, так как эти спектры действия на практике являются взаимосвязанными. Значения W , X , Y , Z затем нормируют, преобразуя их в 4-мерное нормированное пространство:

$$w = \frac{W}{W + X + Y + Z}$$

$$x = \frac{X}{W + X + Y + Z}$$

$$y = \frac{Y}{W + X + Y + Z}$$

$$z = \frac{Z}{W + X + Y + Z}$$

Преимущества такого способа задания пространства растениеводческих воздействий заключаются в том, что вычисления упрощаются и передача информации о воздействии на растение становится более простой при переходе к нормированному пространству. Такие нормированные координаты, однако, также требуют сообщения абсолютной интенсивности света. Наиболее простым путем является передача значения интеграла $I(\lambda)$ по релевантным длинам волн, "I", вместе с координатами. Более элегантным

способом является передача одной из координат пространства растениеводческих воздействий в виде своей абсолютной величины. При передаче координат пространства растениеводческих воздействий величина Y обозначает абсолютную величину интенсивности фотосинтеза. В варианте осуществления, таким образом, Y сообщается в качестве одной из координат. В варианте осуществления Y используется вместе с x . Альтернативно, Y используется вместе с x и y .

В альтернативном варианте осуществления (z, x, w) или (x, y, w) используют в качестве минимального набора. Опять же, одну из этих координат можно использовать в виде ее абсолютного значения («заглавный символ») или, если еще не включено, то можно добавлять Y .

Способ указания точной координаты в пространстве растениеводческих воздействий состоит в использовании координат (W, X, Y, Z) . Для более простого сравнения качества света источников освещения достаточно использовать (x, y, z) , так как $w=1-x-y-z$. Полный набор координат может представлять собой (x, y, z, Y) , так как из этого набора (или пространства) можно вычислить координаты (W, X, Y, Z) :

$$W=w*(W+X+Y+Z)=w*(Y/y)$$

$$X=x*(Y/y)$$

$$Z=z*(Y/y)$$

В частности, в 4-мерном пространстве качество света можно выражать с помощью 3-D (x, y, z) координат и количество света - с помощью величины Y . Опять же, этот набор (x, y, z) требует указания интенсивности света для проведения вычислений, учитывающих системы освещения. Опять же, T можно добавлять, Y можно добавлять или использовать вместо y , или одну или более из других координат можно использовать в форме ее абсолютного значения («заглавный символ»).

Из координат в пространстве растениеводческих воздействий можно вычислить различные величины, напрямую относящиеся к воздействию на растения. В этих вычислениях используется уже упомянутая общая интенсивность света T , характеризующая поток излучения (опять же, в ваттах):

$$I = \int_{300\text{nm}}^{800\text{nm}} I(\lambda) d\lambda$$

$$PSS = \frac{X}{W+X}$$

Относительная фотосинтетическая активность = Y/I

Относительный ответ фототропина = Z/I

При этом, PSS также определяется как $Pr/(Pr+Pfr)$. При передаче и задании пространства растениеводческих воздействий, как объяснялось выше, общее количество оптической энергии представляет собой важный параметр. В вышеприведенном объяснении показано, что вместо передачи T , более глубокое понимание природы координат достигается при использовании Y .

В данных вычислениях координаты вычисляются при использовании диапазона длин волн излучения 300-800 нм. При необходимости можно расширить этот диапазон для включения большего количества длин волн. Например, если выращивать растения или водоросли, проявляющие активность в других, более широких, диапазонах длин волн.

В варианте осуществления процессор выполнен с возможностью преобразования или отображения упомянутой заданной точки в упомянутое подпространство на основании по меньшей мере одного критерия оптимизации. Такой критерий оптимизации может представлять собой, например, количество энергии, потребляемой конкретной

системой освещения или, например, всей системой освещения в теплице. В качестве альтернативы, растениевод может иметь предпочтения относительно использования конкретных систем освещения или источников освещения в системе освещения.

В варианте осуществления многомерное пространство растениеводческих воздействий содержит по меньшей мере первое измерение, характеризующее желаемое воздействие на фотосинтез, второе измерение, характеризующее желаемое воздействие на фототропин, третье измерение, характеризующее желаемое воздействие на фитохром Pr, и четвертое измерение, характеризующее желаемое воздействие на фитохром Pfr.

Показано, что эти четыре измерения вместе по большей части достаточны для прогнозирования развития растения. Точное вычисление этих измерений уже описано выше.

В варианте осуществления многомерное пространство растениеводческих воздействий содержит дополнительное измерение, упомянутое дополнительное измерение характеризует воздействие на желаемое раскрытие устьиц. Раскрытие устьиц и возможные воздействия спектра описаны, например, в Silvia Frechilla et al., "Reversal of Blue Light-Stimulated Stomatal Opening by Green Light", *Plant Cell Physiol.* 41(2): 171-176 (2000). Данное дополнительное измерение можно задавать аналогично другим измерениям, описанным выше.

В варианте осуществления приемник дополнительно выполнен с возможностью приема растениеводческого светового рецепта, содержащего по меньшей мере метку для определения типа растения, по меньшей мере один желаемый физиологический ответ растения и расписание для упомянутого по меньшей мере одного желаемого физиологического ответа растения, при этом упомянутый по меньшей мере один желаемый физиологический ответ растения представлен в виде по меньшей мере одной координаты в пространстве растениеводческих воздействий. Растениеводческий световой рецепт может, таким образом, содержать расписание и ряд координат в пространстве растениеводческих воздействий, согласованных с расписанием. Таким образом, развитие растения можно контролировать и направлять. Множество световых рецептов можно осуществить в виде базы данных, которая может являться удаленной по отношению к интерфейсу. Интерфейс может осуществлять доступ к ней по сети, например по сети Интернет.

В варианте осуществления упомянутый приемник дополнительно выполнен с возможностью приема описания системы освещения, содержащего идентификатор системы освещения и связанные с ним управляющие инструкции для реализации физиологических ответов растений, заданных в виде точек, определяющих упомянутое подпространство в упомянутом многомерном пространстве растениеводческих воздействий, при этом данные управляющие инструкции являются выполнимыми для упомянутой по меньшей мере одной системы освещения, и упомянутый приемник выполнен с возможностью передачи упомянутого описания системы освещения упомянутому запоминающему устройству. В варианте осуществления в базе данных систем освещения может быть предусмотрено множество описаний систем освещения. Опять же, данная база данных систем освещения может являться удаленной по отношению к интерфейсу. Интерфейс может осуществлять доступ к ней по сети, например по сети Интернет. Такой набор описаний систем освещения позволяет осуществлять быстрое переключение между системами освещения. Это позволяет комбинировать различные системы освещения. Эти системы освещения могут являться взаимодополняющими или дополнительными. Это может позволить быстро выбирать системы освещения, которые необходимо использовать, чтобы добиться требуемого

развития растения.

В варианте осуществления приемник дополнительно выполнен с возможностью приема показания датчика, характеризующего измеренный спектр света, и при этом процессор дополнительно выполнен с возможностью отображения упомянутого
5 показания датчика в измеренную точку в упомянутом многомерном пространстве растениеводческих воздействий. Таким образом возможно учитывать фактические условия освещенности. За счет этого можно осуществить, например, обратную связь для регуляции по меньшей мере одной системы освещения.

В варианте осуществления интерфейс дополнительно содержит дисплей, соединенный
10 при функционировании с упомянутым процессором, для отображения подпространства, соответствующего упомянутой по меньшей мере одной системе освещения, в пространстве растениеводческих воздействий, или для отображения его проекций, предпочтительно дисплей дополнительно отображает положение по меньшей мере одной упомянутой заданной точки и упомянутой целевой точки относительно
15 упомянутого подпространства или его проекций. Такой дисплей может позволить, например, осуществить обратную связь с пользователем, например с растениеводом в теплице. Дисплей можно встроить, например, в портативное устройство и таким образом обеспечить обратную связь с растениеводом во время его работы, например в теплице. В случае, например, совместного использования дисплея и ранее упомянутых показаний
20 датчика, если при этом также обеспечена возможность отображения на дисплее упомянутой измеренной точки, то растениевод может визуально оперативно сравнивать желаемые настройки и полученный эффект. Дисплей может представлять собой экран визуального отображения компьютера, например LCD или OLED экран. Он может быть реализован с так называемым сенсорным интерфейсом.

Изобретение, кроме того, относится к системе для растениеводства, содержащей
25 интерфейс для освещения в растениеводстве, описанный выше, по меньшей мере одну систему освещения и систему управления климатом. В данной системе для растениеводства интерфейс соединен при функционировании с системой управления климатом, выдающей информацию о по меньшей мере одном желаемом
30 физиологическом ответе растения упомянутому интерфейсу, и, кроме того, соединен при функционировании с системой освещения, получающей управляющие инструкции от упомянутого интерфейса и обеспечивающей освещение, соответствующее упомянутому по меньшей мере одному желаемому физиологическому ответу растения. Интерфейс можно выполнить физически отдельным и даже удаленным по отношению
35 к по меньшей мере одной системе управления климатом и по меньшей мере одной системе освещения. В таких вариантах осуществления передача данных может осуществляться известным способом, например по беспроводной связи. В таком варианте осуществления интерфейс может представлять собой отдельный блок и даже осуществляться в отдельном корпусе. В качестве альтернативы, интерфейс может быть
40 встроен по меньшей мере в одну систему управления климатом и систему освещения. В таком варианте осуществления интерфейс может даже представлять собой элемент или расширение программного обеспечения, работающего в системе управления климатом, и, таким образом, добавляться или встраиваться в программное обеспечение, работающее в системе управления климатом. Он также может выполняться в системе
45 освещения и/или может встраиваться в программное обеспечение, работающее в системе освещения.

Изобретение, кроме того, относится к системе для растениеводства, содержащей интерфейс для освещения в растениеводстве, описанный выше, и систему управления

растениеводческими световыми рецептами. Система управления растениеводческими световыми рецептами выполнена с возможностью обеспечения растениеводческого светового рецепта, содержащего по меньшей мере одну метку для определения типа растения, по меньшей мере один желаемый физиологический ответ растения, заданный в виде по меньшей мере одной заданной точки в упомянутом многомерном пространстве растениеводческих воздействий, и расписание для упомянутого по меньшей мере одного желаемого физиологического ответа растения, при этом упомянутый интерфейс соединен при функционировании с упомянутой системой управления растениеводческими световыми рецептами для приема упомянутого растениеводческого светового рецепта.

Система управления световыми рецептами может являться удаленной по отношению к интерфейсу и даже являться удаленной по отношению к, например, физическому положению теплицы, в которой используется система для растениеводства. Доступ к ней может осуществляться по сети, например по сети Интернет. Интерфейс и система управления световыми рецептами могут обмениваться информацией, такой как один или более световых рецептов, после чего интерфейс может передавать итоговые управляющие инструкции для систем освещения одной или более системам освещения.

Изобретение, кроме того, относится к системе для растениеводства, содержащей интерфейс для освещения в растениеводстве, описанный выше, и дополнительно содержащей систему управления освещением, содержащую базу данных описаний систем освещения, каждое из которых содержит идентификатор системы освещения и связанные с ним управляющие инструкции для реализации физиологических ответов растений, заданных в виде точек, определяющие упомянутое подпространство в упомянутом многомерном пространстве растениеводческих воздействий, при этом упомянутый интерфейс соединен при функционировании с упомянутой системой управления освещением для осуществления доступа к упомянутой базе данных.

Интерфейс и система управления освещением могут являться удаленными по отношению друг к другу. Система управления освещением может даже являться удаленной по отношению к, например, теплице, в которой используется система для растениеводства. Система управления освещением может соединяться с интерфейсом по сети, например по сети Интернет. Интерфейс и система управления освещением могут обмениваться информацией, такой как одно или более описаний систем освещения, и после этого интерфейс может передавать итоговые управляющие инструкции для систем освещения одной или более системам освещения. Он может, например, выбирать одну или более из доступных систем освещения, установленных в теплице, которые необходимо использовать.

Изобретение, кроме того, относится к датчику, обеспечивающему показание датчика, характеризующее измеренный спектр света, при этом упомянутый датчик соединен при функционировании с интерфейсом датчика для преобразования упомянутого показания датчика в оцененный физиологический ответ растения, упомянутый интерфейс датчика содержит:

приемник для приема показания датчика;

процессор, соединенный при функционировании с упомянутым приемником, для преобразования упомянутого показания датчика в упомянутый оцененный физиологический ответ растения; и

передатчик, соединенный при функционировании с упомянутым процессором, для передачи упомянутого оцененного физиологического ответа растения.

Упомянутый оцененный физиологический ответ растения представляется в виде оцененной точки в многомерном пространстве растениеводческих воздействий,

упомянутое многомерное пространство растениеводческих воздействий представлено одной из следующих систем:

- (i) первая координатная система, содержащая по меньшей мере первое измерение, характеризующее желаемое воздействие на фотосинтез, и второе измерение, характеризующее желаемое воздействие на фототропин;
- (ii) вторая координатная система, содержащая по меньшей мере первое измерение, характеризующее желаемое воздействие на фотосинтез, второе измерение, характеризующее желаемое воздействие на фитохром Pr, и третье измерение, характеризующее желаемое воздействие на фитохром Pfr; и
- (iii) третья координатная система, содержащая по меньшей мере первое измерение, характеризующее желаемое воздействие на фототропин, второе измерение, характеризующее желаемое воздействие на фитохром Pr, и третье измерение, характеризующее желаемое воздействие на фитохром Pfr.

Упомянутый процессор выполнен с возможностью отображения упомянутого показания датчика в упомянутую оцененную точку. Датчик легко использовать в системе для растениеводства, при использовании пространства растениеводческих воздействий. В варианте осуществления показания датчика представляют собой данные об измерении спектра. В таком варианте осуществления данные о спектре могут представлять собой данные об интенсивности набора длин волн, разделенных одинаковыми промежутками. Например, интенсивность может оцениваться для длин волн с промежутком 10 нм или 20 нм. В варианте осуществления для применения в растениеводстве показания датчика могут обеспечиваться для интервала длин волн 300-800 нм. Датчик может комплектоваться дисперсионным элементом и детектором, например полоской ПЗС детекторов (CCD) или 2D ПЗС детектором. Альтернативно, датчик может комплектоваться набором фильтров на одном или более детекторах. Это, в сущности, известно специалистам. Показания датчика фактически могут непосредственно представлять собой значения $I(\lambda)$, которые используются для вычисления X, Y, Z, W, как описано выше, или они могут представлять собой некоторые показания датчика, из которых можно вычислить $I(\lambda)$.

Изобретение, кроме того, относится к способу преобразования желаемого физиологического ответа растения в управляющие инструкции для по меньшей мере одной системы освещения, имеющей по меньшей мере один регулируемый параметр освещения, упомянутый способ содержит:

прием информации о желаемом физиологическом ответе растения, при этом упомянутый желаемый физиологический ответ растения представляется в виде заданной точки в многомерном пространстве растениеводческих воздействий, упомянутое многомерное пространство растениеводческих воздействий представлено одной из:

- (i) первой координатной системы, содержащей по меньшей мере первое измерение, характеризующее желаемое воздействие на фотосинтез, и второе измерение, характеризующее желаемое воздействие на фототропин;
- (ii) второй координатной системы, содержащей по меньшей мере первое измерение, характеризующее желаемое воздействие на фотосинтез, второе измерение, характеризующее желаемое воздействие на фитохром Pr, и третье измерение, характеризующее желаемое воздействие на фитохром Pfr; и
- (iii) третьей координатной системы, содержащей по меньшей мере первое измерение, характеризующее желаемое воздействие на фототропин, второе измерение, характеризующее желаемое воздействие на фитохром Pr, и третье измерение, характеризующее желаемое воздействие на фитохром Pfr;

преобразование упомянутого желаемого физиологического ответа растения в управляющие инструкции, причем преобразование содержит преобразование упомянутой заданной точки в целевую точку в подпространстве многомерного пространства растениеводческих воздействий и определение соответствующих управляющих

5 инструкций для упомянутой по меньшей мере одной системы освещения, при этом упомянутое подпространство содержит точки многомерного пространства растениеводческих воздействий, которые возможно перевести в управляющие инструкции для упомянутой по меньшей мере одной системы освещения, являющиеся осуществимыми посредством упомянутой по меньшей мере одной системы освещения;

10 и

передачу упомянутых управляющих инструкций упомянутой по меньшей мере одной системе освещения.

В настоящем описании системы освещения содержат осветительные устройства, у которых можно регулировать интенсивность, спектр испускаемого излучения, или и

15 то и другое. В настоящее время на рынке представлены, например, основанные на LED осветительные устройства.

LED могут представлять собой твердотельные светоизлучающие диоды, но могут, необязательно, также представлять собой органические LED. Также можно применять комбинации твердотельных и органических LED. Фактически настоящая заявка

20 предусматривает решение для любого типа осветительных устройств. Термин "LED" может также относиться к нескольким LED. Таким образом, в варианте осуществления под указанием одного LED может подразумеваться несколько объединенных LED, таких как набор из 2 или более LED. LED специально разработаны для формирования (LED) света с узким диапазоном длин волн.

25 Развитие твердотельного освещения, основанного на LED, открывает возможность для его применения в растениеводстве. Основные преимущества использования LED заключаются в возможности регулировать спектральный состав света, приближая его к требуемому фоторецепторам растений. Вместе с дополнительными преимуществами, такими как улучшенное управление температурой и свободное распространение LED,

30 это обеспечивают более оптимальное выращивание и позволяет воздействовать на морфологию и состав растений. При этом также предполагается снижение потребления энергии (и связанных с этим затрат).

Так как они являются твердотельными устройствами, твердотельные LED легко можно интегрировать в цифровые управляющие устройства, облегчая выполнение

35 световых программ, таких как «дневное интегральное освещение» и моделирование восхода и заката. LED являются более безопасными в обращении, чем современные лампы, потому что они не имеют стеклянной оболочки и не содержат ртути.

LED позволяют расположить источники света ближе к цели, что может привести к уменьшению потерь света через крышу и пол теплицы. Кроме того, можно лучше

40 распределить свет для сельскохозяйственной культуры. Это, в частности, важно для оплетающих проволоку сельскохозяйственных культур, таких как томаты.

В интерфейсе приемник и передатчик могут быть выполнены в виде программного обеспечения или они могут быть выполнены в виде аппаратного обеспечения. Процессор может представлять собой микропроцессор общего назначения, выполняющий

45 машинные инструкции. Запоминающее устройство может являться запоминающим устройством любого типа, например цифровым запоминающим устройством, которое может быть соединено при функционировании с микропроцессором общего назначения. Известные запоминающие устройства включают в себя RAM, ROM, флеш-память,

жесткий диск и т.п. Эти типы запоминающих устройств можно физически соединить с интерфейсом и фактически с процессором. Альтернативно, запоминающее устройство является соединенным по беспроводной сети, оно может даже являться удаленным по отношению к процессору и доступ к нему может осуществляться по сети, например по

5 сети Интернет.

Управляющие инструкции для системы освещения могут представлять собой просто инструкцию о включении/выключении. В случае более сложных систем освещения инструкции могут включать в себя инструкции по установке интенсивности выходного излучения, например 0%, 50%, 100%. Эти установки могут также являться непрерывными,

10

например от 0 до 100. В случае еще более сложных систем, содержащих, например, разные типы LED источников, управляющие инструкции могут сообщать, какие источники необходимо включить, а какие выключить, и даже могут задавать выходную мощность для каждого источника. В случае еще более сложных источников может задаваться даже спектр испускаемого излучения.

15

В интерфейсе подпространство многомерного пространства растениеводческих воздействий представляет собой описание точек, условия которых можно осуществить, используя по меньшей мере одну систему освещения. При отображении заданная точка может просто перейти в точку в подпространстве. И даже тогда может оказаться целесообразным не передавать управляющие инструкции, которые точно соотносятся с заданной точкой, а найти близкую целевую точку, находящуюся не дальше заданного

20

расстояния от заданной точки, но при этом удовлетворяющую критерию, такому как, например, потребление энергии системой освещения, использующей эти управляющие инструкции, или другим критериям, таким как дополнительная выработка тепла, использование определенных доступных источников освещения и, в частности,

25

оптимальное использование естественных источников освещения.

В случае, когда заданная точка выходит за пределы подпространства, можно вычислить приближенную точку. Это можно осуществить различными способами и используя различные критерии оптимизации. Например, сначала можно выбрать точку подпространства, являющуюся самой близкой к заданной точке. Затем можно провести

30

оптимизацию, как описано выше.

Термины «ближе по ходу» и «дальше по ходу» относятся к расположению предметов или элементов относительно потока света от средства формирования света (здесь, в частности, первый источник света), при этом если при сравнении с первым положением на пути луча света от средства формирования света второе положение на пути луча

35

света находится ближе к средству формирования света, то второе положение обозначается как «ближе по ходу», и если третье положение на пути луча света находится дальше от средства формирования света, то это положение обозначается как «дальше по ходу».

Как указано выше, изобретение также относится к способу обеспечения освещения для роста для применения в растениеводстве, содержащему обеспечение освещения для по меньшей мере части сельскохозяйственной культуры с помощью осветительного устройства по любому из предшествующих пунктов формулы. В частности, способ может содержать изменение распределения спектральных интенсивностей растениеводческого света, как функцию от одного или более параметров, таких как (a)

40

целевые части растения или сельскохозяйственной культуры, (b) время суток, (c) интенсивность света и распределение света, идущего не от источников искусственного освещения, (d) тип культивируемой сельскохозяйственной культуры или растения, (e) фаза роста растения или сельскохозяйственной культуры, (f) стадия культивирования

45

сельскохозяйственной культуры, (g) время до сбора урожая, (h) время от сбора урожая и (i) положение в теплице.

Растениеводство относится к (интенсивному) выращиванию растений для использования человеком. При пояснении термина «растениеводство», термин «растениеводство» может относиться к выращиванию растений для еды (фрукты, овощи, грибы, кулинарные травы) и к выращиванию непищевых сельскохозяйственных культур (цветы, деревья и кустарники, газонная трава, хмель, виноград, медицинские травы или кормовые сельскохозяйственные культуры). Термин растениеводство может, в частности, относиться к урожаю еды (томаты, перец, огурцы и салат-латук), а также к растениям (вероятно) производящим такой урожай, таким как растение томата, растение перца, растение огурца и т.д. В настоящем документе растениеводство может в основном относиться, например, к сельскохозяйственным культурам и несельскохозяйственным культурам. Примеры сельскохозяйственных культур включают в себя рис, пшеницу, ячмень, овес, нут, горох, вигну, чечевицу, маш, урд, сою, фасоль обыкновенную, фасоль аконитолистную, лен обыкновенный, кунжут, чину посевную (Khesari), кроталарию, чили, баклажаны, томаты, огурцы, бамию, арахис, картофель, кукурузу, просо африканское, рожь, люцерну, редьку, капусту, салат-латук, перец, подсолнечник, сахарную свеклу, клещевину, красный клевер, белый клевер, сафлор, шпинат, лук, чеснок, репу, тыкву, мускусную дыню, арбуз, кенафу, масличную пальму, морковь, кокос, папайю, сахарный тростник, кофе, какао, чай, яблоки, груши, персики, вишню, виноград, миндаль, клубнику, ананас, банан, кешью, маниоку, таро, каучуковое дерево, сорго, хлопок, тритикале, голубиный горох и табак. Особый интерес представляют томаты, огурцы, перец, салат-латук, арбузы, папайя, яблоки, груши, персики, вишня, виноград и клубника.

В растениеводстве можно использовать теплицы. Интерфейс можно использовать, в частности, в качестве интерфейса и/или способа в теплице. При использовании в или вместе с системами освещения, эти системы освещения можно разместить в различных местах системы для выращивания. Например, систему освещения можно разместить среди сельскохозяйственной культуры или в тех местах, где предполагается вырастет сельскохозяйственная культура, такие размещения обозначаются как «внутреннее освещение». Растения, оплетающие проволоку, такие как растение томата, могут особенно нуждаться во внутреннем освещении, что можно обеспечить с помощью системы освещения. Систему освещения можно расположить над сельскохозяйственной культурой или над местом, где предполагается вырастет сельскохозяйственная культура. Искусственное освещение особенно необходимо, когда растения выращивают на нескольких расположенных друг над другом уровнях. Выращивание растений на нескольких уровнях обозначается как «многоуровневое выращивание». Интерфейс и/или способ можно также применять для многоуровневого выращивания.

Изобретение относится к новому способу управления искусственным освещением, используемым для стимуляции роста и развития растения, известным как освещение в растениеводстве. В частности, существуют две основные системы в растениеводстве, в которых используется искусственное освещение. Во-первых, в теплицах добиваются увеличения урожайности сельскохозяйственных культур, используя верхнее освещение и внутреннее освещение в дополнение к солнечному свету. Во-вторых, в многослойных системах сельскохозяйственные культуры растут практически без солнечного света и, таким образом, сильно зависят от искусственного освещения. Также, изобретение относится к фотопериодическому освещению, например, регулирующему цветение.

Термин «по существу», используемый в настоящем изобретении, например в «по

существом весь свет» или в «состоит по существу из», понятен специалистам в данной области. В вариантах осуществления термин «по существу» также может подразумеваться используемым вместе с «практически», «полностью», «все» и т.д. Таким образом, в вариантах осуществления термин «по существу» может не указываться явно. Там, где это применимо, термин "по существу" может также означать 90% или более, например 95% или более, в частности 99% или более, еще более конкретно 99,5% или более, включая 100%. Термин «содержит» также включает в себя варианты осуществления, в которых термин «содержит» означает «состоит из».

Кроме того, термины первый, второй, третий и т.п. в описании и в формуле изобретения используются для различения схожих элементов и не обязательно описывают последовательность или хронологический порядок. Следует понимать, что таким образом используемые термины являются взаимозаменяемыми при определенных условиях и что в вариантах осуществления изобретения, описываемых в настоящем документе, действия могут осуществляться в иной последовательности по сравнению с описанной или изображенной в настоящем документе.

Устройства в настоящем документе помимо прочего описаны в процессе работы. Как понятно специалистам в данной области, изобретение не ограничено способами работы или устройствами в процессе работы.

Следует отметить, что упомянутые выше варианты осуществления иллюстрируют, а не ограничивают объем изобретения, и что специалисты в данной области способны разработать множество альтернативных вариантов осуществления, не отходя от сущности и объема прилагаемой формулы изобретения. В формуле изобретения любые ссылочные позиции, указанные в скобках, не следует рассматривать как ограничивающие объем формулы изобретения. Использование глагола «содержит» и его производных не исключает присутствия элементов или этапов, не перечисленных в формуле изобретения. Упоминание элемента в единственном числе не исключает возможности присутствия множества таких элементов. Изобретение может быть реализовано с помощью аппаратного обеспечения, содержащего несколько различных элементов, и с помощью соответствующим образом запрограммированного компьютера. В пункте формулы изобретения, в котором перечислено несколько средств, несколько из этих средств могут быть реализованы в одном и том же элементе аппаратного обеспечения. Тот факт, что определенные средства приведены в различных зависимых пунктах формулы изобретения, не означает, что сочетание этих средств нельзя с достижением преимущества использовать вместе.

Изобретение, кроме того, относится к устройству, имеющему одну или более характерных особенностей, приведенных в описании и/или показанных на прилагаемых чертежах.

Изобретение, кроме того, относится к способу или процессу, имеющему одну или более характерных особенностей, приведенных в описании и/или показанных на прилагаемых чертежах.

Различные аспекты, рассматриваемые в настоящем документе, можно комбинировать для получения дополнительных преимуществ. Кроме того, некоторые особенности могут стать основой для одной или более выделенных заявок.

Краткое описание чертежей

Далее описаны варианты осуществления изобретения, исключительно в качестве примера, со ссылками на сопровождающие схематические чертежи, на которых соответствующие ссылочные позиции отмечают соответствующие части, и на которых:

На Фиг. 1 схематически показан пример теплицы, содержащей систему управления

климатом и содержащей систему освещения.

На Фиг. 2 схематически показано расположение растений в теплице с различными типами осветительных устройств.

На Фиг. 3 показаны основные растительные спектры действий, которые можно использовать при вычислении пространства растениеводческих воздействий.

На Фиг. 4-6 показаны проекции пространства растениеводческих воздействий, показывающие, соответственно, McCree по отношению к PSS, фототропин по отношению к PSS и фототропин по отношению к McCree, и положения различных осветительных устройств в пространстве растениеводческих воздействий.

На Фиг. 7-9 показаны проекции пространства растениеводческих воздействий на плоскости (x, y) , (y, z) и (x, z) соответственно, опять же указаны положения различных осветительных устройств, отмеченных на Фиг. 4-6.

На Фиг. 10-15 показаны некоторые примеры осуществления интерфейса, при этом на Фиг. 10 показана базовая конфигурация интерфейса, соединенного при функционировании с системой освещения, на Фиг. 11 показан интерфейс, реализованный в климатическом компьютере в теплице, на Фиг. 12 показан интерфейс, реализованный отдельно от климатического компьютера, на Фиг. 13 показан интерфейс, реализованный в устройстве управления освещением, на Фиг. 14 показан интерфейс, реализованный в датчике, и на Фиг. 15 показан вариант осуществления базовой конфигурации интерфейса с элементом интерфейса для системы освещения.

Чертежи не обязательно выполнены в масштабе.

Осуществление изобретения

На Фиг. 1 схематически показан пример теплицы 1 с различными системами. Такая теплица 1 описана, например, в публикации US 8061080 настоящего заявителя. Там показана теплица 1 из уровня техники. Такая теплица 1 содержит климатическую систему. В данном варианте осуществления климатическая система содержит систему 2 питания для обеспечения воды и питательных веществ, систему 3 вентиляции для обеспечения воздуха, обладающего правильным составом (например, содержанием углекислого газа) и правильной температурой. Кроме того, климатическая система такой теплицы содержит систему 4, 5 освещения. В варианте осуществления, показанном на Фиг. 1, компоненты климатической системы, т.е. система 2 питания, система 3 вентиляции и система 4, 5 освещения, по беспроводной связи соединены с помощью передатчиков 7 с передатчиком 8 системы 9 управления климатом. В данном варианте осуществления теплица дополнительно содержит датчики 6, например, для определения условий освещенности, температуры и влажности. Эти датчики также по беспроводной связи соединены с помощью передатчиков 7 с системой 9 управления климатом. В данной теплице растения 11 помещены в субстрат 10.

В варианте осуществления, показанном на Фиг. 1, система 4, 5 освещения содержит активную систему 4 освещения, содержащую, например, осветительные устройства, такие как традиционные осветительные устройства, основанные на лампах накаливания, но которая также может содержать осветительные устройства LED. Система 4, 5 освещения в данном варианте осуществления дополнительно содержит пассивные осветительные устройства 5, в данном случае средства затенения для уменьшения количества поступающего солнечного света.

На Фиг. 2 схематически показан пример растений 11 в теплице с различными типами осветительных устройств 4, 12, которые могут присутствовать. По существу эти осветительные устройства известны специалистам. Во-первых, теплица может быть оборудована одним или более традиционными осветительными устройствами 4. Эти

традиционные осветительные устройства могут содержать основанные на лампах накаливания осветительные устройства 4. Такой тип осветительных устройств может изготавливаться различными производителями. В зависимости от производителя даже у осветительных устройств одного типа может различаться спектр излучения. Кроме того, осветительное устройство стареет, что также может приводить к изменению спектра излучения.

Кроме того, локальные осветительные устройства 12, такие как LED осветительные устройства 12, могут присутствовать в теплице, их роль может варьировать от осветительных устройств, обеспечивающих локальное освещение, до осветительных устройств, обеспечивающих общее освещение. При использовании LED осветительных устройств 12, спектр излучения и/или общую интенсивность света можно изменять еще сильнее, чем при использовании традиционных осветительных устройств.

Кроме того, система освещения может содержать одно или более затеняющих устройств 5, упомянутых на Фиг. 1. Их тоже можно рассматривать как устройства управления для конкретного осветительного устройства, а именно естественного осветительного устройства, солнца.

Объединение всех этих осветительных устройств (и, фактически, затеняющего устройства), каждое из которых имеет свой собственный спектр и свою интенсивность излучения, может затруднять для растениевода обеспечение правильных световых условий для его сельскохозяйственной культуры в правильные моменты времени.

В настоящем изобретении выполнены некоторые шаги к тому, чтобы получить пространство растениеводческих воздействий, позволяющее передавать информацию об условиях освещенности и являющееся насколько возможно независимым от конкретных спектральных свойств осветительных устройств, установленных в теплице.

Как уже объяснялось, четырехмерное пространство можно определить следующим способом. Сначала следует определить следующие величины:

$$W = \int_{300\text{nm}}^{800\text{nm}} I(\lambda) \cdot Pfr(\lambda) d\lambda$$

$$X = \int_{300\text{nm}}^{800\text{nm}} I(\lambda) \cdot Pr(\lambda) d\lambda$$

$$Y = \int_{300\text{nm}}^{800\text{nm}} I(\lambda) \cdot \text{Фотосинтез}(\lambda) d\lambda$$

$$Z = \int_{300\text{nm}}^{800\text{nm}} I(\lambda) \cdot \text{Фототропин}(\lambda) d\lambda$$

Чтобы использовать эти величины, спектры действия, описанные выше, сначала нормируют. На Фиг. 3 изображены нормированные спектры действия. Каждый спектр действия фактически нормирован таким образом, чтобы его максимальное значение равнялось 1. Для спектра действия $Pfr(\lambda)$ используют нормировку спектра действия $Pr(\lambda)$, так как эти спектры действия на практике являются взаимосвязанными. Величины W , X , Y , Z затем нормируют, преобразуя их в 4-мерное нормированное пространство:

$$w = \frac{W}{W + X + Y + Z}$$

$$x = \frac{X}{W + X + Y + Z}$$

$$y = \frac{Y}{W + X + Y + Z}$$

$$z = \frac{Z}{W + X + Y + Z}$$

При сообщении координат пространства растениеводческих воздействий величина Y сообщается вместе с x, y, формируя минимальный набор, или сообщается полный набор (w, x, y, z и Y).

Из координат в пространстве растениеводческих воздействий можно вычислить различные величины, напрямую относящиеся к воздействию на растения. В этих вычислениях используется общая интенсивность света:

$$I = \int_{300\text{nm}}^{800\text{nm}} I(\lambda) d\lambda$$

$$PSS = \frac{X}{W + X}$$

Относительная фотосинтетическая активность = Y/I

Относительный ответ по фототропину = Z/I

В первую очередь, Фиг. 4-6 приведены, чтобы обеспечить физиологам растений больше информации о природе пространства растениеводческих воздействий. На этих изображениях или графиках отмечено несколько источников освещения. Оси выбраны так, чтобы обеспечить возможность специалистам в данной области оценить возможные измерения пространства воздействий с учетом их знаний. Например, изображена величина PSS. Такие величины PSS вычисляются описанным выше способом. Кроме того, изображен параметр, обозначенный как "McCree". Фактически это является величиной Y, но нормированной к 1. Эта величина, таким образом, является относительной мерой интенсивности фотосинтеза. Также изображен параметр «Фототропин». Эта величина фактически представляет собой величину Z, определенную выше, опять же нормированную к 1. Кроме того, изображены маленькие точки, обозначенные как «переход». Эти точки представляют значения, соответствующие виртуальным монохроматическим источникам освещения с прямоугольным спектром шириной 1 нм. На графиках границы отмечают область с физически возможными источниками освещения. Таким образом, в пространство вне границ нельзя поместить никакой источник света.

На Фиг. 4 значения McCree изображены по отношению к PSS для различных источников света. При этом, как указывается в литературе, $PSS = Pr / (Pr + Pfr)$. На Фиг. 5 показана зависимость параметра фототропин от PSS, и на Фиг. 6 показана зависимость параметра фототропин от параметра McCree. Необходимо учитывать, что, в частности, параметр PSS обеспечивает нелинейность. Вследствие этого специалистам трудно интерпретировать расстояния на этих графиках. Фиг. 4-6 поясняют пространство растениеводческих воздействий. В нем также показаны разные источники освещения по отношению к друг другу и их влияние на растения.

На Фиг. 7-9 показаны проекции пространства растениеводческих воздействий на плоскость x, y, плоскость y, z и плоскость x, z. На этих проекциях показаны различные существующие и теоретические осветительные устройства. Внешние границы охватывают все величины, которые физически возможно получить. Таким образом, условия любой точки, находящейся внутри этой области, можно осуществить. Кроме того, различными символами показаны координаты этих осветительных устройств в пространстве растениеводческих воздействий. Так как это пространство растениеводческих

воздействий является нормированным, то возможно относительно просто оценивать эффект от осветительных устройств. Кроме того, это пространство является линейным. Это означает, что на самом деле можно провести линию между источниками освещения, и любая точка на этой линии представляет собой результат комбинации этих двух источников освещения. И в сущности все эти точки характеризуют эффект, оказываемый на растения комбинацией источников освещения. Кроме того, относительное положение точки на линии также соответствует относительному количеству источников освещения. Например, точка, расположенная по середине линии между источником света А и источником света В, отражает эффект от комбинации одинакового количества источников освещения А и В.

На Фиг. 7-9 маленькие точки опять показывают эффект от монохроматических источников освещения в пространстве растениеводческих воздействий, также как на Фиг. 4-6.

В данном примере рассматриваются осветительные устройства, обозначенные на Фиг. 7-9 как «LED глубокий красный 660 нм», «LED дальний красный 740 нм» и «LED синий 450 нм». Эти осветительные устройства фактически являются почти монохромными источниками света. На графике эти осветительные устройства соединены линиями. Эти линии фактически ограничивают треугольник на плоскости (x, y). Используя эти три осветительных устройства, можно реализовать условия всех точек из этого треугольника, включая точки, лежащие на линиях. Фактически пространство растениеводческих воздействий задано таким образом, что положения внутри и на границах треугольника, сопоставимы с абсолютным отношением количества осветительных устройств. Таким образом, например, точка, расположенная посередине линии, соединяющей «LED синий 450 нм» и «LED глубокий красный 660 нм», соответствует случаю применения этих осветительных устройств в отношении 1:1, с точки зрения их абсолютной выходной интенсивности излучения.

На Фиг. 10-15 в виде схематических чертежей изображено несколько возможных вариантов реализации интерфейса, на Фиг. 10 показана базовая конфигурация интерфейса 20, соединенного при функционировании с системой 4, 12 освещения. На Фиг. 11 показан интерфейс 20, реализованный в климатическом компьютере 9 в теплице. На Фиг. 12 показан интерфейс 20, реализованный отдельно от климатического компьютера 9. На Фиг. 13 показан интерфейс 20, реализованный в устройстве 24 управления освещением. На Фиг. 14 показан интерфейс 20, реализованный в датчике. На Фиг. 15 показан вариант осуществления базовой конфигурации интерфейса с элементом интерфейса для системы освещения.

В варианте осуществления, показанном на Фиг. 10, интерфейс 20 содержит элемент 23 интерфейса для светового рецепта. Элемент 23 интерфейса для светового рецепта выполнен с возможностью приема светового рецепта. Такой световой рецепт содержит по меньшей мере одну целевую точку пространства растениеводческих воздействий. Целевая точка пространства растениеводческих воздействий обозначает желаемый физиологический ответ растения. Интерфейс 20 своей входной стороной соединен при функционировании с базой 21 данных световых рецептов, содержащей один или более световых рецептов 22. Своей выходной стороной интерфейс 20 соединен при функционировании с одной или более системами 4, 12 освещения. Для этого интерфейс 20 можно соединять, используя проводные или беспроводные соединения.

В варианте осуществления, показанном на Фиг. 11, интерфейс 20 установлен в климатическом компьютере 9. Интерфейс 20 можно полностью встроить в программное обеспечение для управления климатом, работающее на климатическом компьютере 9.

В качестве альтернативы, интерфейс 20 можно встроить в расширение или приложение, обменивающееся данными с программным обеспечением для управления климатом. Климатический компьютер 9 соединен при функционировании с системой 4, 12 освещения, в данном случае содержащей один или более источников 25 света и контроллер 24 освещения. Такой контроллер 24 освещения в данном случае встроен в источники света, но также возможны и другие реализации.

В варианте осуществления, показанном на Фиг. 12, интерфейс 20 реализован отдельным от климатического компьютера 9. В данном варианте осуществления климатический компьютер 9 соединен при функционировании с удаленной базой данных световых рецептов 21. Климатический компьютер 9 соединен при функционировании с интерфейсом 20. Интерфейс 20, в свою очередь, соединен при функционировании с одной или более системами освещения, схематически упомянутыми на чертеже, содержащими один или более источников 25 освещения и контроллер 24 освещения. Фактически в данном варианте осуществления интерфейс 20 соединен при функционировании с контроллером 24 освещения.

На Фиг. 13 показан вариант осуществления, в котором интерфейс 20 фактически встроен в контроллер 24 освещения. В варианте осуществления они находятся в одном общем корпусе.

На Фиг. 14 показан интерфейс 20, соединенный при функционировании с датчиком для измерения одного или более параметров освещения. Фактически данный вариант осуществления представляет собой один из множества возможных вариантов осуществления. В данном варианте осуществления детектор 26 для обнаружения естественного освещения соединен при функционировании с обрабатывающим элементом 27. Детектор 26 выдает сигнал, характеризующий, например, по меньшей мере интенсивность света. Часто такой сигнал содержит интенсивность в виде функции от длины волны: $I(\lambda)$.

В уровне техники датчики могут передавать выходной сигнал климатическому компьютеру 9. В данном варианте осуществления детектор 26 соединен при функционировании с обрабатывающим устройством 27 для обеспечения данных о зависимости интенсивности от длины волны. Такие данные передаются климатическому компьютеру 9. В данном варианте осуществления обрабатывающее устройство 27 также соединено при функционировании с интерфейсом 20. Интерфейс 20 может дополнительно быть соединенным при функционировании с климатическим компьютером 9 и системой 4, 12 освещения.

На Фиг. 15 показан другой вариант осуществления интерфейса 20. В данном варианте осуществления интерфейс 20 реализован с элементом 28 интерфейса для системы освещения. Элемент 28 интерфейса для системы освещения получает координаты пространства растениеводческих воздействий и выдает управляющий сигнал S для управления контроллером освещения (не показан).

Пример

Пример применения светового рецепта приведен для случая выращивания тюльпанов в качестве цветов на срезку. В данном примере выращивание происходит в теплице на трех уровнях. Выращивание осуществляется в промежутке между 46 и 15 неделями в условиях северного полушария в теплице.

Источники освещения представляют собой блоки LED, содержащие или белые LED или синие LED в сочетании с красными LED.

	Блок #1 красные и белые LED	Блок #2 красные и синие LED
Общая мощность (нормальная величина 1Вт)	0,9981	1,0001

	PSS=X/(W+X)	0,76	0,78
	McGee (Y)	0,89	0,90
	Фототропин (Z)	0,11	0,11
	x	0,32	0,36
	y	0,52	0,48
5	z	0,065	0,058
	Количество дальнекрасных фотонов (700-800 нм)	0,065	0,014
	Количество красных фотонов (600-700 нм)	3,67	4,61
	Количество PAR фотонов (400-700 нм)	5,02	5,23
	Количество синих фотонов (400-500 нм)	0,50	0,60
10	Для блока #1: 5,0 мкмоль фотонов дают оптическую мощность 1 Вт и Y 0,89/м ² Для блока #2: 5,2 мкмоль фотонов дают оптическую мощность 1 Вт и Y 0,9/м ²		

Интересно отметить, что значения PSS, Y и Z практически равны у обоих типов ламп. Таким образом, это означает, что воздействие на растения является одинаковым и эти два устройства являются взаимозаменяемыми, хотя их спектральный состав совершенно различен.

Таким образом:

15-30 мкмоль/с/м² для блока #1=3,0-6,0 Вт оптической мощности/м², значение Y 2,67-5,34, и координаты точки в пространстве растениеводческих воздействий (0,32, 0,52, 0,064);

15-30 мкмоль/с/м² для блока #2=2,9-5,8 Вт оптической мощности/м², значение Y 2,61-5,22, и координаты точки в пространстве растениеводческих воздействий (0,36, 0,47, 0,058).

Оба блока характеризуются различными точками в пространстве растениеводческих воздействий, но значения PSS и воздействия на фототропин у них сравнимы при сравнимой интенсивности света. Таким образом, ответ растений будет сравнимым. Различие может заключаться в том, что блок #1 является менее энергоэффективным и, таким образом, требует большей установленной мощности.

Источники освещения с одинаковыми координатами в пространстве растениеводческих воздействий и значением Y оказывают одинаковое воздействие на рост растения и поэтому являются сравнимыми, поэтому далее выбор можно основывать на сравнении других факторов, таких как более удобная цветопередача (для человеческого глаза), необходимая растениеводу для наблюдения за здоровьем растений, или потребляемая мощность ламп и цена.

В этом случае световой рецепт может выглядеть следующим образом:

сутки 0-7: (x, y, z)=(0,36, 0,47, 0,058) и Y=1,36 или (x, y, z)=(0,32, 0,52, 0,064) и Y=1,56;
 сутки 8-14: солнечный свет;
 сутки 15-21: (x, y, z)=(0,36, 0,47, 0,058) и Y=2,72 или (x, y, z)=(0,32, 0,52, 0,064) и Y=3,12.
 Вычисление потока фотонов:

$$n(\text{общее})[\text{мкмоль}] = 1.10^{-6} \cdot \int_{300\text{нм}}^{800\text{нм}} I(\lambda) \cdot \frac{\lambda}{N_A \cdot hc} d\lambda$$

$$n(\text{PAR})[\text{мкмоль}] = 1.10^{-6} \cdot \int_{400\text{нм}}^{700\text{нм}} I(\lambda) \cdot \frac{\lambda}{N_A \cdot hc} d\lambda$$

$$n(\text{дальнекрасные})[\text{мкмоль}] = 1.10^{-6} \cdot \int_{700\text{нм}}^{800\text{нм}} I(\lambda) \cdot \frac{\lambda}{N_A \cdot hc} d\lambda$$

$$n(\text{красные})[\text{мкмоль}] = 1 \cdot 10^{-6} \cdot \int_{600\text{нм}}^{700\text{нм}} I(\lambda) \cdot \frac{\lambda}{N_A \cdot h \cdot c} d\lambda$$

$$n(\text{синие})[\text{мкмоль}] = 1 \cdot 10^{-6} \cdot \int_{400\text{нм}}^{500\text{нм}} I(\lambda) \cdot \frac{\lambda}{N_A \cdot h \cdot c} d\lambda$$

(N_A = число Авогадро; h = постоянная Планка; c обозначает скорость света)

Также следует понимать, что приведенное выше описание и чертежи предназначены для иллюстрации некоторых вариантов осуществления изобретения и не ограничивают объема правовой охраны. После рассмотрения настоящего описания специалисту станет очевидным множество других вариантов осуществления, которые, однако, не выходят за рамки объема правовой охраны и сущности настоящего изобретения и которые представляют собой очевидное объединение известного уровня техники и идей, раскрытых в настоящем патенте.

(57) Формула изобретения

1. Интерфейс для преобразования желаемого физиологического ответа растения в управляющие инструкции по меньшей мере для одной системы освещения, имеющей по меньшей мере один регулируемый параметр освещения, причем упомянутый интерфейс содержит:

приемник для приема желаемого физиологического ответа растения;

процессор, соединенный при функционировании с упомянутым приемником, для преобразования упомянутого желаемого физиологического ответа растения в упомянутые управляющие инструкции; и

передатчик, соединенный при функционировании с упомянутым процессором, для передачи упомянутых управляющих инструкций,

при этом упомянутый желаемый физиологический ответ растения определен в виде заданной точки в многомерном пространстве растениеводческих воздействий, причем упомянутое многомерное пространство растениеводческих воздействий содержит по меньшей мере два измерения, выбранных из первого измерения, характеризующего желаемое воздействие на фотосинтез, второго измерения, характеризующего желаемое воздействие на фитотропин, третьего измерения, характеризующего желаемое воздействие на фитохром Pr, и четвертого измерения, характеризующего желаемое воздействие на фитохром Pfr,

при этом упомянутый процессор соединен при функционировании с запоминающим устройством, содержащим описание подпространства многомерного пространства растениеводческих воздействий, представляющего точки многомерного пространства растениеводческих воздействий, подлежащие преобразованию в управляющие инструкции, осуществляемые посредством системы освещения, и

при этом упомянутый процессор выполнен с возможностью отображения упомянутой заданной точки в целевую точку в упомянутом подпространстве и определения соответствующих управляющих инструкций для системы освещения.

2. Интерфейс по п. 1, где упомянутый желаемый физиологический ответ растения определен в виде заданной точки в многомерном пространстве растениеводческих воздействий, причем упомянутое многомерное пространство растениеводческих воздействий представлено одним из:

(i) первой координатной системы, содержащей по меньшей мере первое измерение, характеризующее желаемое воздействие на фотосинтез, и второе измерение, характеризующее желаемое воздействие на фитотропин;

(ii) второй координатной системы, содержащей по меньшей мере первое измерение, характеризующее желаемое воздействие на фотосинтез, второе измерение, характеризующее желаемое воздействие на фитохром Pr, и третье измерение, характеризующее желаемое воздействие на фитохром Pfr; и

5 (iii) третьей координатной системы, содержащей по меньшей мере первое измерение, характеризующее желаемое воздействие на фототропин, второе измерение, характеризующее желаемое воздействие на фитохром Pr, и третье измерение, характеризующее желаемое воздействие на фитохром Pfr.

3. Интерфейс по п. 1, в котором упомянутый процессор выполнен с возможностью отображения упомянутой заданной точки в упомянутое подпространство на основании
10 по меньшей мере одного критерия оптимизации.

4. Интерфейс по п. 1, в котором упомянутое многомерное пространство растениеводческих воздействий содержит по меньшей мере первое измерение, характеризующее желаемое воздействие на фотосинтез, второе измерение,
15 характеризующее желаемое воздействие на фототропин, третье измерение, характеризующее желаемое воздействие на фитохром Pr, и четвертое измерение, характеризующее желаемое воздействие на фитохром Pfr.

5. Интерфейс по п. 1, в котором упомянутое многомерное пространство растениеводческих воздействий содержит дополнительное измерение, упомянутое
20 дополнительное измерение характеризует желаемое воздействие на раскрытие устьиц.

6. Интерфейс по п. 5, в котором упомянутый приемник дополнительно выполнен с возможностью приема растениеводческого светового рецепта, содержащего по меньшей мере одну метку для определения типа растения, по меньшей мере один желаемый физиологический ответ растения и расписание для упомянутого по меньшей мере одного
25 желаемого физиологического ответа растения, при этом упомянутый по меньшей мере один желаемый физиологический ответ растения представлен в виде по меньшей мере одной координаты в пространстве растениеводческих воздействий.

7. Интерфейс по п. 6, в котором упомянутый приемник дополнительно выполнен с возможностью приема описания системы освещения, содержащего идентификатор
30 системы освещения и связанные с ним управляющие инструкции для реализации физиологических ответов растений, определенных в виде точек, определяющих упомянутое подпространство в упомянутом многомерном пространстве растениеводческих воздействий, при этом управляющие инструкции являются осуществимыми посредством упомянутой системы освещения, и упомянутый приемник
35 выполнен с возможностью передачи описания системы освещения в упомянутое запоминающее устройство.

8. Интерфейс по п. 7, в котором упомянутый приемник дополнительно выполнен с возможностью приема показания датчика, характеризующего измеренный спектр света, и при этом процессор дополнительно выполнен с возможностью отображения
40 упомянутого показания датчика в измеренную точку в упомянутом многомерном пространстве растениеводческих воздействий.

9. Интерфейс по п. 1, дополнительно содержащий дисплей, соединенный при функционировании с упомянутым процессором, для отображения подпространства упомянутой по меньшей мере одной системы освещения в пространстве
45 растениеводческих воздействий или для отображения его проекций, предпочтительно дисплей дополнительно отображает положение по меньшей мере одной упомянутой заданной точки и упомянутой целевой точки относительно упомянутого подпространства или его проекций.

10. Система для растениеводства, содержащая интерфейс для освещения в растениеводстве по п. 1, по меньшей мере одну систему освещения и систему управления климатом, причем интерфейс соединен при функционировании с системой управления климатом для передачи по меньшей мере одного желаемого физиологического ответа растения упомянутому интерфейсу и, кроме того, соединен при функционировании с системой освещения для приема управляющих инструкций от упомянутого интерфейса и для обеспечения освещения, отображаемого в упомянутый по меньшей мере один желаемый физиологический ответ растения.

11. Система для растениеводства, содержащая интерфейс для освещения в растениеводстве по п. 1 и систему управления растениеводческими световыми рецептами, выполненную с возможностью обеспечения растениеводческого светового рецепта, содержащего по меньшей мере одну метку для определения типа растения, по меньшей мере один желаемый физиологический ответ растения, определяемый в виде по меньшей мере одной заданной точки в упомянутом многомерном пространстве растениеводческих воздействий, и расписание для упомянутого по меньшей мере одного желаемого физиологического ответа растения, при этом упомянутый интерфейс соединен при функционировании с упомянутой системой управления растениеводческими световыми рецептами для приема упомянутого растениеводческого светового рецепта.

12. Система для растениеводства, содержащая интерфейс для освещения в растениеводстве по п. 1, дополнительно содержащая систему управления освещением, содержащую базу данных описаний систем освещения, каждое из которых содержит идентификатор системы освещения и связанные с ним управляющие инструкции для реализации физиологических ответов растений, определенных в виде точек, определяющих упомянутое подпространство в упомянутом многомерном пространстве растениеводческих воздействий, при этом упомянутый интерфейс соединен при функционировании с упомянутой системой управления освещением для осуществления доступа к упомянутой базе данных.

13. Датчик для обеспечения показания датчика, характеризующего измеренный спектр света, причем упомянутый датчик соединен при функционировании с интерфейсом датчика для преобразования упомянутого показания датчика в оцененный физиологический ответ растения, причем упомянутый интерфейс датчика содержит:

приемник для приема показания датчика;

процессор, соединенный при функционировании с упомянутым приемником, для преобразования упомянутого показания датчика в упомянутый оцененный

физиологический ответ растения; и

передатчик, соединенный при функционировании с упомянутым процессором, для передачи упомянутого оцененного физиологического ответа растения,

причем упомянутый оцененный физиологический ответ растения определен в виде оцененной точки в многомерном пространстве растениеводческих воздействий, причем упомянутое многомерное пространство растениеводческих воздействий представлено одним из:

(i) первой координатной системы, содержащей по меньшей мере первое измерение, характеризующее желаемое воздействие на фотосинтез, и второе измерение, характеризующее желаемое воздействие на фитотропин;

(ii) второй координатной системы, содержащей по меньшей мере первое измерение, характеризующее желаемое воздействие на фотосинтез, второе измерение, характеризующее желаемое воздействие на фитохром Pr, и третье измерение, характеризующее желаемое воздействие на фитохром Pfr; и

(iii) третьей координатной системы, содержащей по меньшей мере первое измерение, характеризующее желаемое воздействие на фототропин, второе измерение, характеризующее желаемое воздействие на фитохром Pr, и третье измерение, характеризующее желаемое воздействие на фитохром Pfr,

5 причем упомянутый процессор выполнен с возможностью отображения упомянутого показания датчика в упомянутую оцененную точку.

14. Способ преобразования желаемого физиологического ответа растения в управляющие инструкции по меньшей мере для одной системы освещения, имеющей по меньшей мере один регулируемый параметр освещения, причем упомянутый способ
10 содержит этапы, на которых:

принимают информацию о желаемом физиологическом ответе растения, причем упомянутый желаемый физиологический ответ растения определен в виде заданной точки в многомерном пространстве растениеводческих воздействий, причем упомянутое многомерное пространство растениеводческих воздействий представлено одним из:

15 (i) первой координатной системы, содержащей по меньшей мере первое измерение, характеризующее желаемое воздействие на фотосинтез, и второе измерение, характеризующее желаемое воздействие на фототропин;

 (ii) второй координатной системы, содержащей по меньшей мере первое измерение, характеризующее желаемое воздействие на фотосинтез, второе измерение,
20 характеризующее желаемое воздействие на фитохром Pr, и третье измерение, характеризующее желаемое воздействие на фитохром Pfr; и

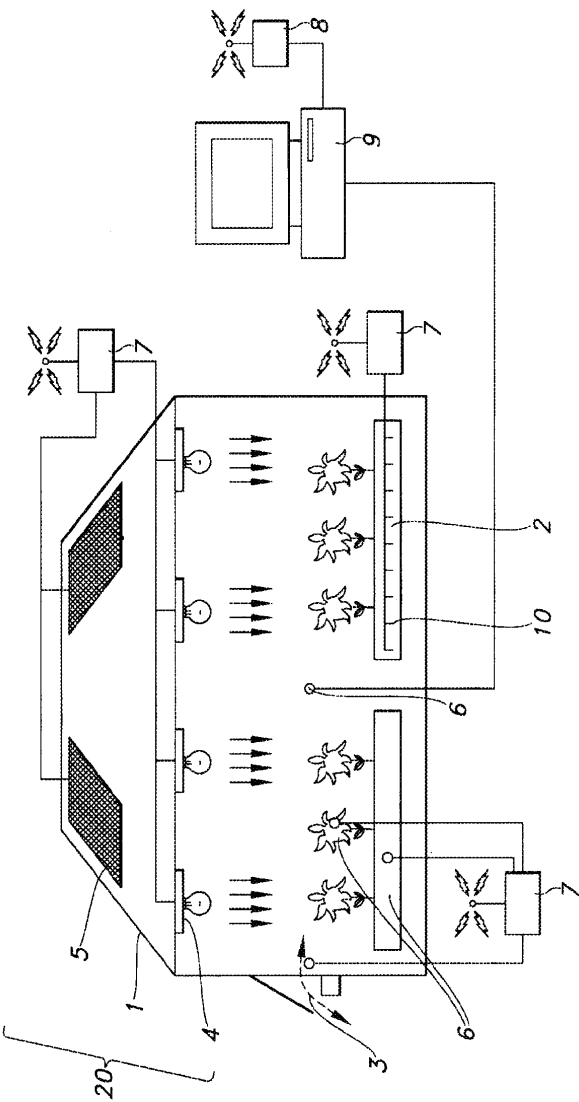
 (iii) третьей координатной системы, содержащей по меньшей мере первое измерение, характеризующее желаемое воздействие на фототропин, второе измерение, характеризующее желаемое воздействие на фитохром Pr, и третье измерение,
25 характеризующее желаемое воздействие на фитохром Pfr;

 преобразуют упомянутый желаемый физиологический ответ растения в управляющие инструкции, причем преобразование содержит этап, на котором отображают упомянутую заданную точку в целевую точку в подпространстве многомерного пространства растениеводческих воздействий и определяют соответствующие
30 управляющие инструкции для упомянутой по меньшей мере одной системы освещения, при этом упомянутое подпространство содержит точки многомерного пространства растениеводческих воздействий, подлежащие преобразованию в управляющие инструкции для упомянутой по меньшей мере одной системы освещения и осуществляемые посредством упомянутой по меньшей мере одной системы освещения;
35 и

 передают упомянутые управляющие инструкции в упомянутую по меньшей мере одну систему освещения.

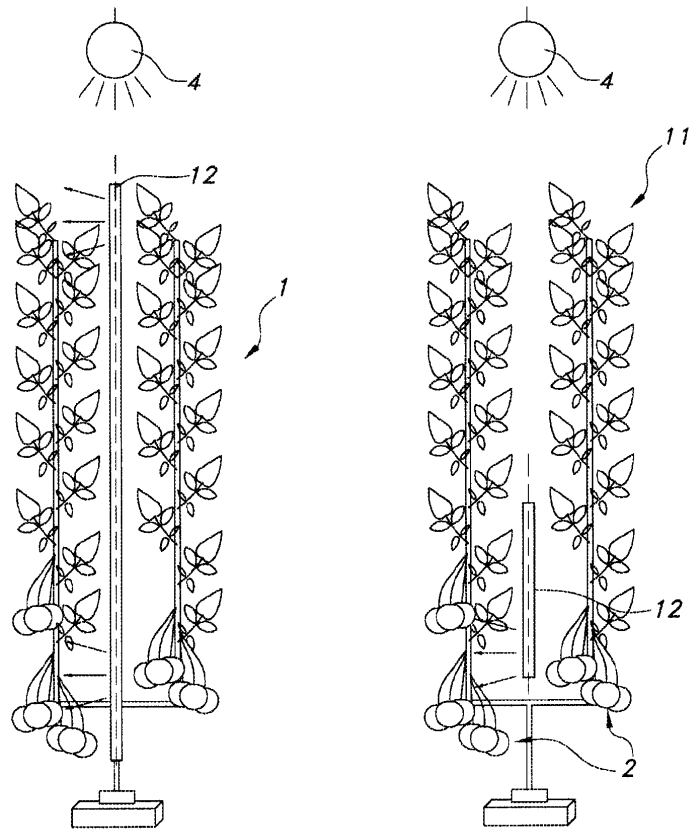
40

45



Фиг. 1

2/12

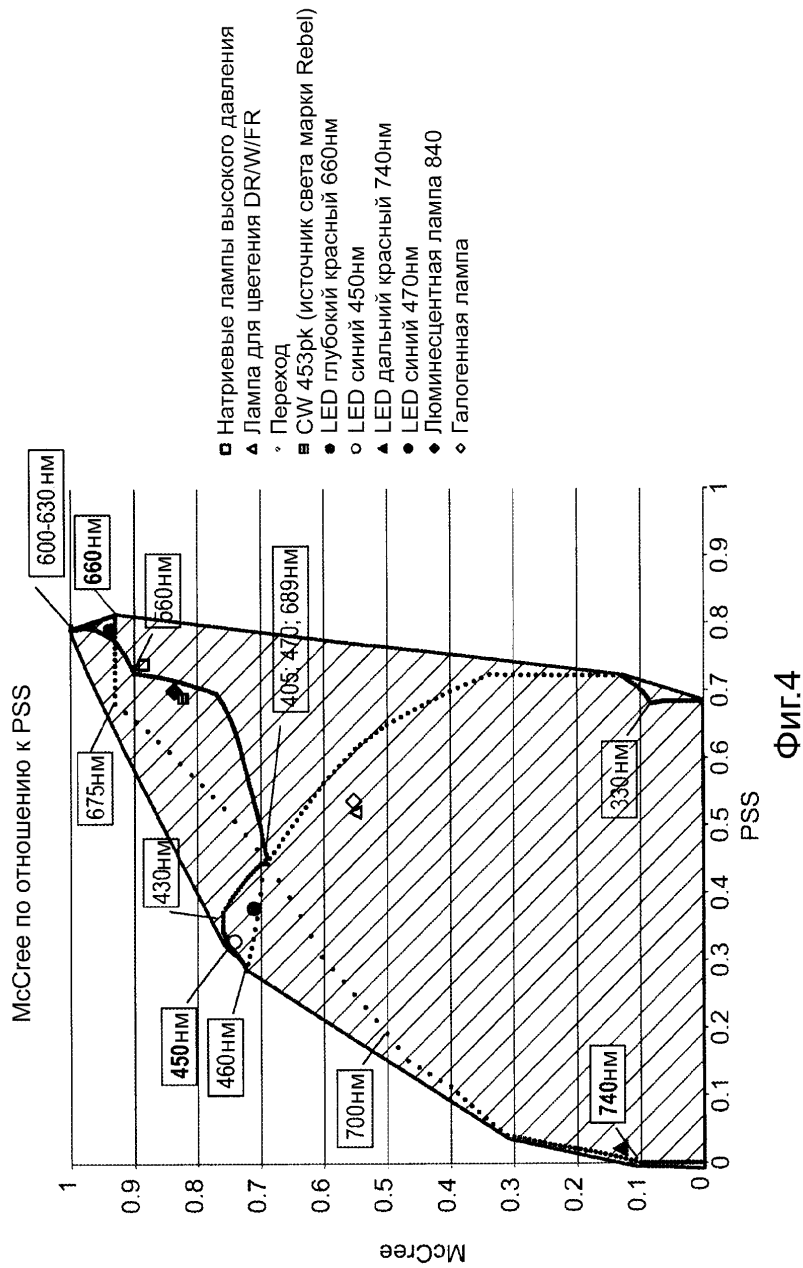


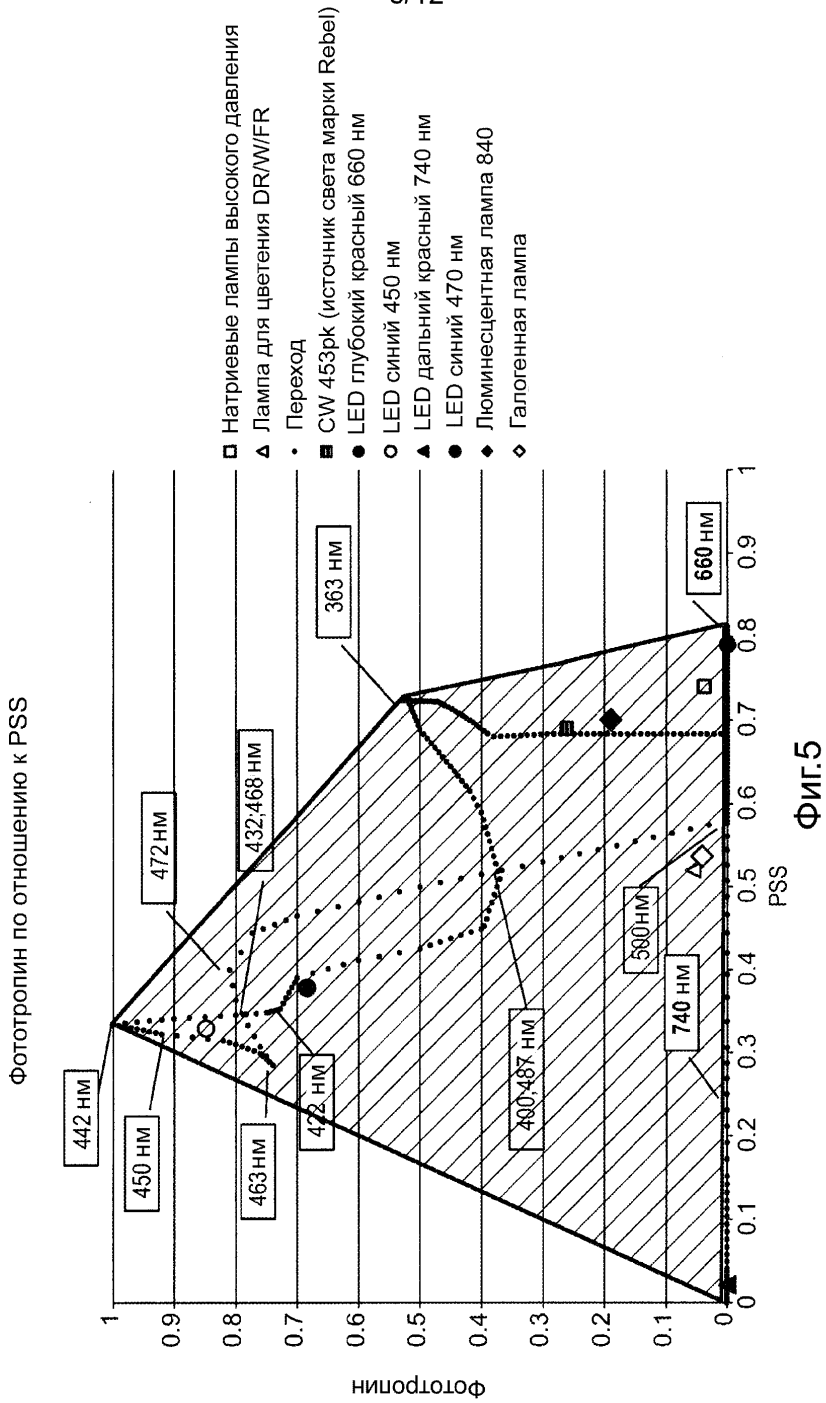
Фиг.2

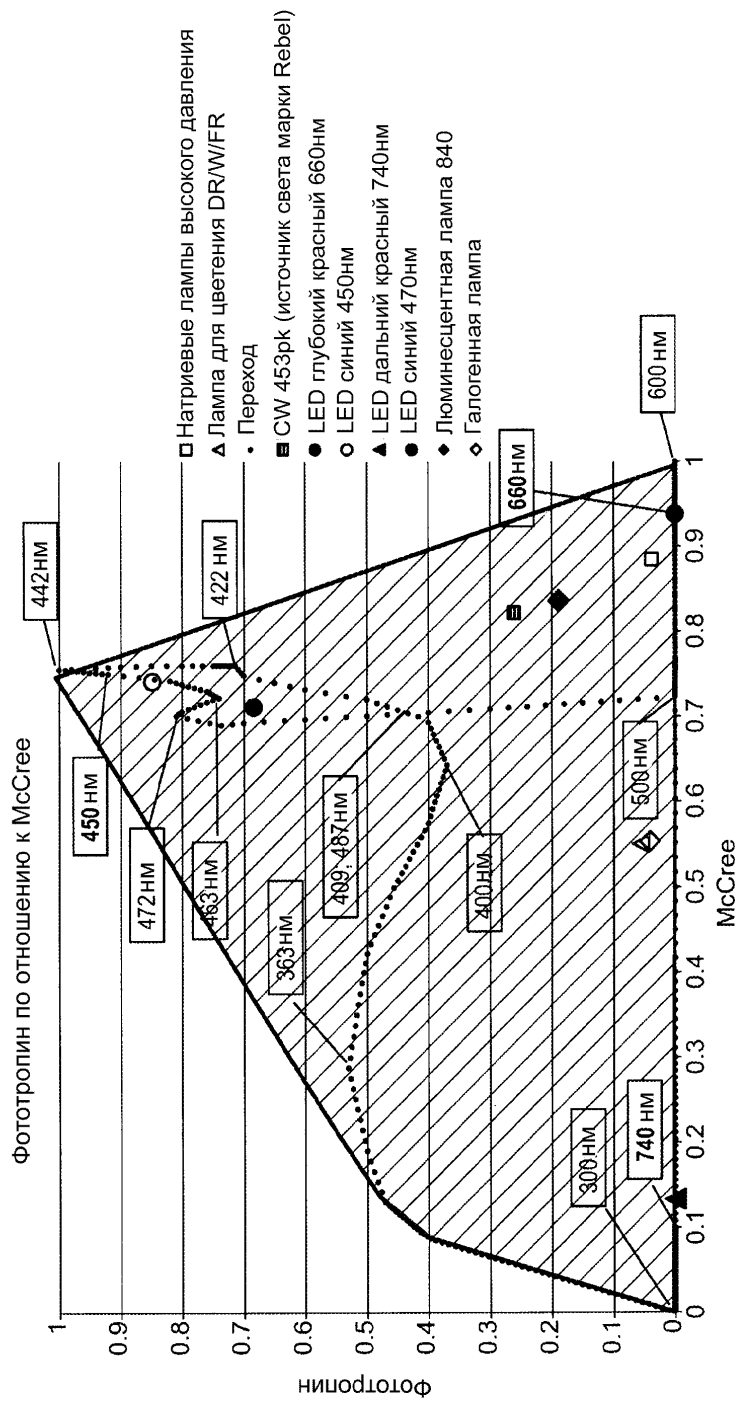
3/12

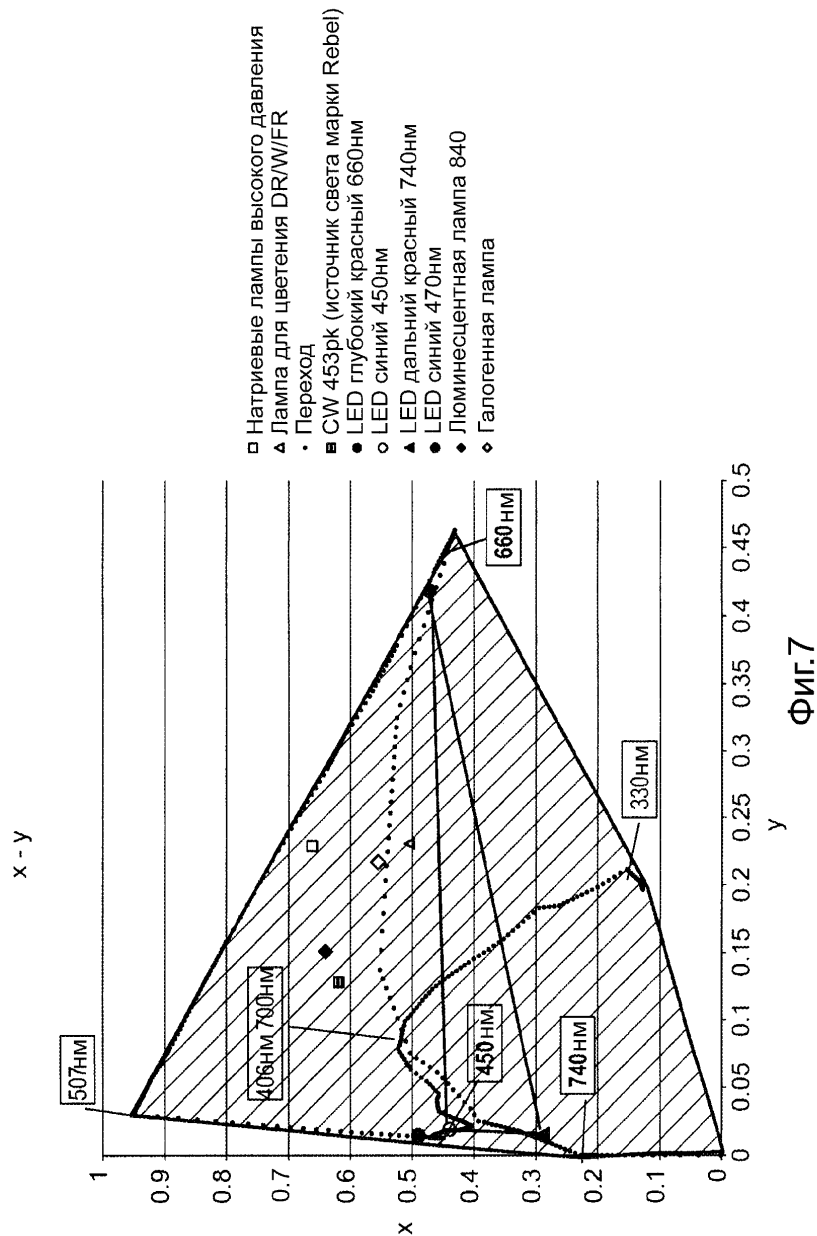


Фиг.3

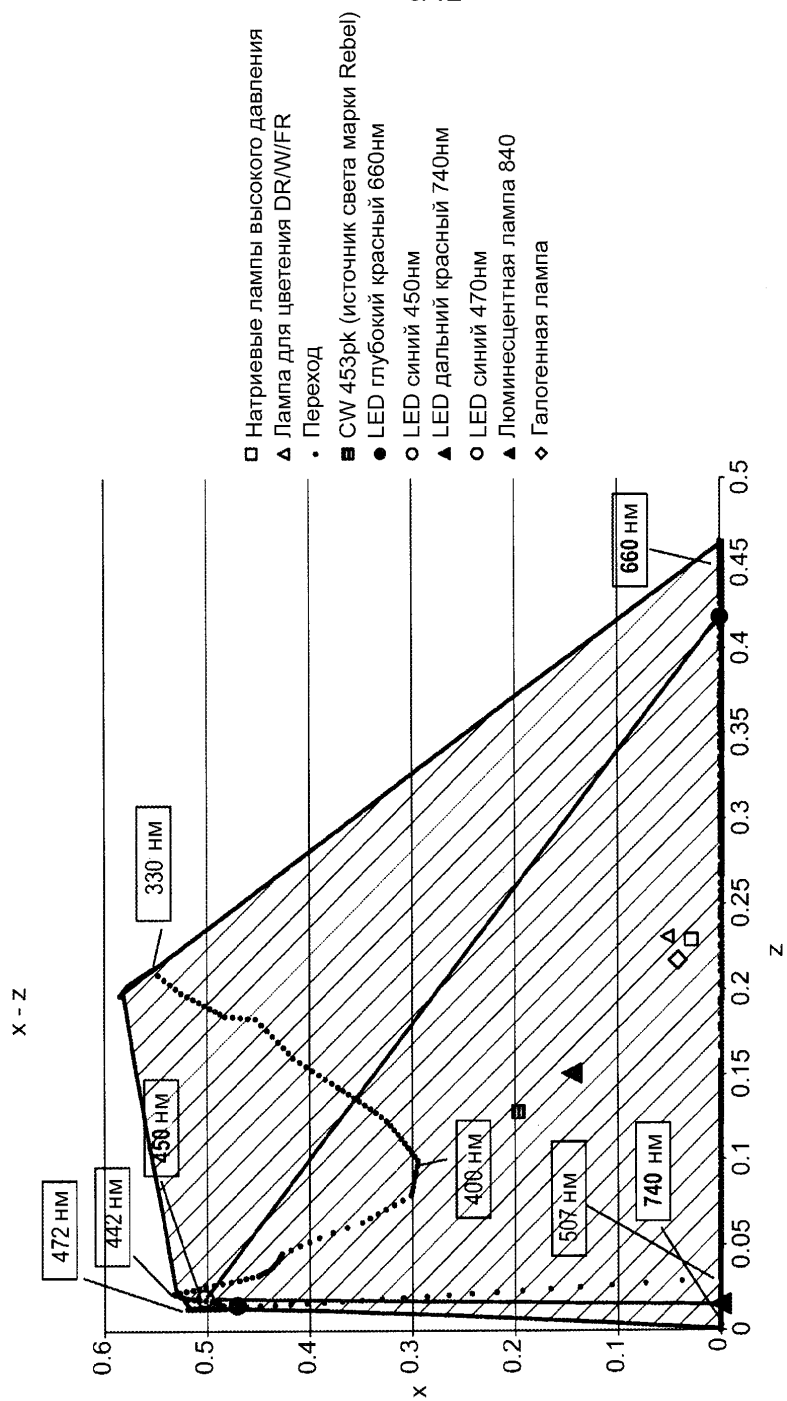




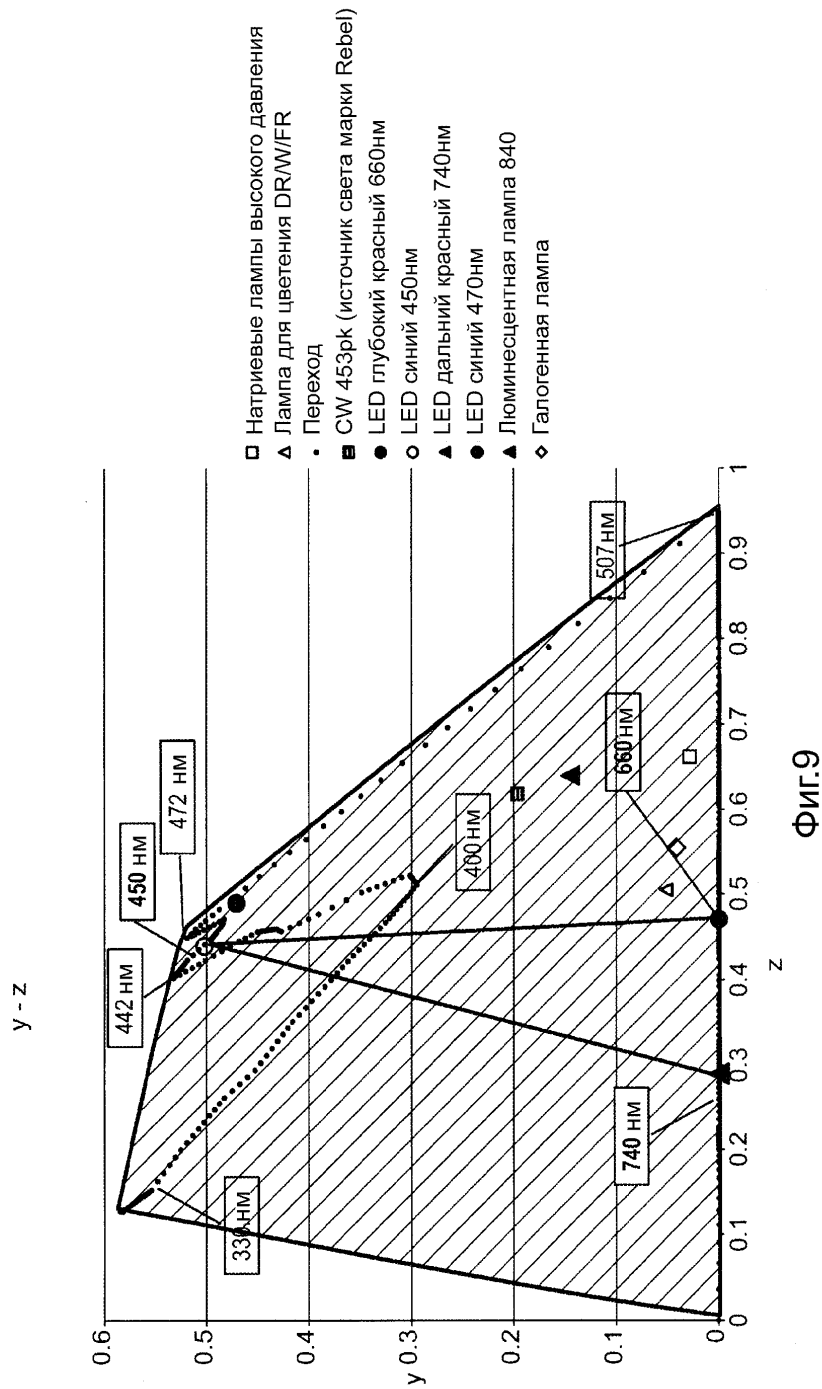




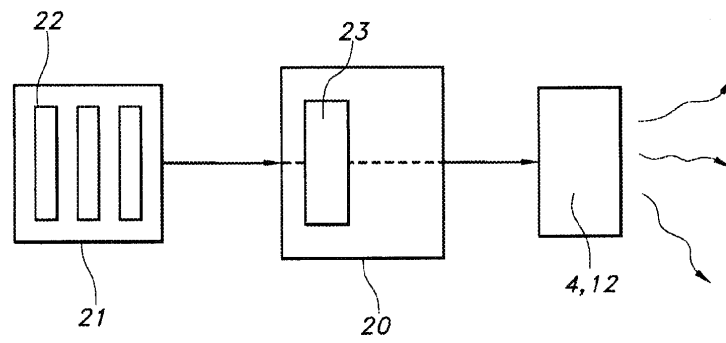
Фиг.7



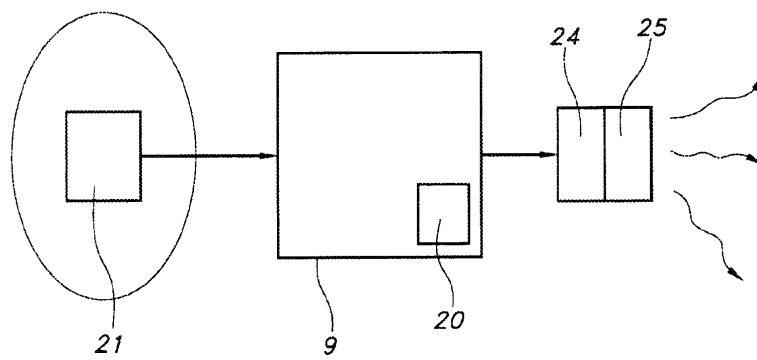
ФИГ.8



10/12

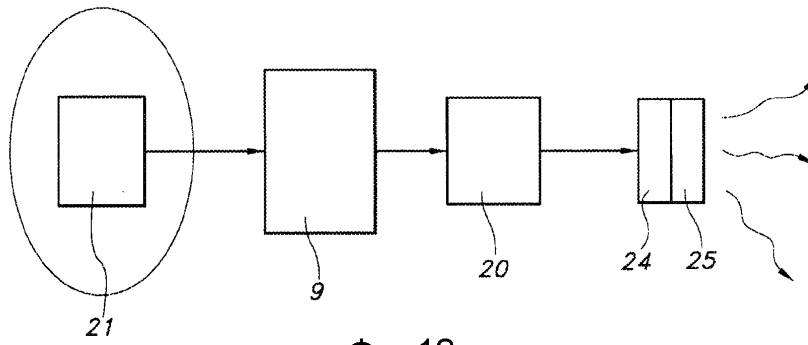


Фиг.10

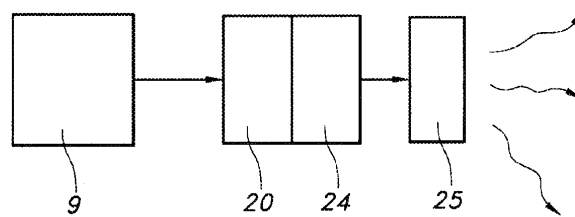


Фиг.11

11/12



Фиг.12



Фиг.13

12/12

