**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

**«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»**

**(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | |  |  | ДОПУСКАЕТСЯ К ЗАЩИТЕ: | | | | | | | | | | | | | | |
| Факультет | О | |  | Заведующий кафедрой | | | | | |  | | | | О1 | | | | | | |
|  | индекс факультета | |  |  | | | | |  | | | | | | индекс кафедры | | |
| Выпускающая кафедра | О1 | |  | | Иванов Н.И. | | |  | | | |  | | | | | | | |
|  | индекс кафедры | |  | | Фамилия ИО | |  | | | | подпись | | | | | | | | | | |
| Группа | О1М31 | |  | «\_\_\_\_\_» | |  | | | | | | | | | | 2019 г. | | |
|  | индекс группы | |  |  | |  | | | | | | |  | | | |

**отчет**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **о прохождении** | | | | конструкторско - технологической | | | | | | | | | | | | | | | **практики** | | | | |
| наименование практики | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Батенькина Виктора Владимировича | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Фамилия, имя, отчество обучающегося | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Обучающегося по**  **направлению/специальности** | | | | | | | 20.04.01 | | | |  | | Техносферная безопасность | | | | | | | | | |
| нужное подчеркнуть | | | | | | | код | | | | |  | | полное наименование направления/специальности | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Руководитель практики от БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова:** | | | | | | | | Куклин Д.А., д.т.н., профессор каф. О1 | | | | | | | | | | | | | |
|  | | | Фамилия ИО, ученая степень, ученое звание, должность | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Руководитель практики от**  **профильной организации:** | | | | | | | | Коновалов Г.Г., к-т. ф.-м. н. | | | | | | | | | | | | | |
|  | Фамилия ИО, ученая степень, ученое звание, должность | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Срок прохождения практики:** | | | | | с | | 04.02.2019 | | | | | | | г. |  | по | 09.04.2018 | | | г. |
| **Должность обучающегося на практике:** | | | | | | | | | Лаборант | | | | | | | | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Руководитель практики от БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова:** | | | |  | |  | | **Руководитель практики от профильной организации:** | | |  | | | |
|  | |  | | Куклин Д.А. | |  | |  | |  | | | Коновалов Г.Г. | |
| Подпись | |  | | Фамилия ИО | |  | | Подпись | |  | | | Фамилия ИО | |
| «09» | \_\_апреля\_\_\_ |  | 2019 г. | |  | | «09» | | \_\_\_апреля\_\_\_ |  | | 2019 г. | |

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

2019 г.

**Содержание**

[Введение 3](#_Toc5669131)

[**1. Углекислый газ в атмосфере Земли 4**](#_Toc5669132)

[**1.1 Роль углекислого газа в парниковом эффекте 5**](#_Toc5669133)

[1.2. Воздействие повышенных концентраций углекислого газа в окружающем воздухе на организм человека. 7](#_Toc5669134)

[2. Описание приборов-аналогов измерения концентрации химических веществ. 9](#_Toc5669135)

[3. Оптический спектр поглощения СО2 14](#_Toc5669136)

[4. Разработка лабораторного макета газоанализатора для определения концентрации СО2 в атмосферном воздухе. 16](#_Toc5669137)

[4.1 Устройство драйвера DLT-37М 19](#_Toc5669140)

[4.2 Устройство усилителя АМТ-07М 21](#_Toc5669141)

[4.3 Проведение эксперимента 23](#_Toc5669142)

[Заключение 24](#_Toc5669143)

# Введение

Базой прохождения конструкторско-технологической практики была лаборатория инфракрасной оптоэлектроники ФГБУН «ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН». Продолжительность конструкторско-технологической практики – три недели.

Целью прохождение конструкторско-технологической практики является закрепление и углубление теоретических знаний, полученных в процессе обучения, а также приобретение практических навыков в области газового анализа.

Задачи конструкторско-технологической практики: анализ негативного воздействия СО2, обзор аналогов измерения концентрации химических соединений, проведение анализа характеристических полос оптического поглощения углекислого газа. Разработка лабораторного макета газоанализатора оптического типа для определения концентрации углекислого газа СО2.

## Углекислый газ в атмосфере Земли

Углекислый газ (CO2) является важной малой компонентой атмосферы Земли. Это неотъемлемая часть углеродного цикла, биогеохимического цикла, в котором обмен углерода происходит между Мировым океаном, почвой и биосферой. Растения и другие фототрофы используют солнечную энергию для производства углеводов из атмосферного углекислого газа и воды путем фотосинтеза. Почти все живые организмы зависят от углеводов, полученных в результате фотосинтеза, используя в качестве основного источника энергии соединения углерода. Углекислый газ CO2 поглощает и излучает инфракрасное излучение на длинах волн  ~4,26 мкм и, следовательно, является парниковым газом, который играет важную роль в регулировании температуры поверхности Земли путем парникового эффекта.

Концентрация CO2 в атмосфере в кембриджский период (около 500 млн. лет назад) составляла 4000 ppm, а в четвертичное оледенение последних двух миллионов лет - всего 180 ppm.  Оценки, основанные на восстановленных записях температуры, позволяют предположить, что количество CO2 в течение последних 420 миллионов лет было примерно 2000 ppm, что является максимальным в периоды девона (около 400 млн. лет назад) и триаса (220–200 млн. лет назад), причем было отмечено несколько максимальных оценок в диапазоне до 3700 ± 1600 ppm (215 млн. лет назад). Глобальное среднегодовое значение концентрации CO2 увеличилось более чем на 45% с начала промышленной революции, с 280 ppm в периоде с 8000 лет до н.э. до середины 18-го века до 410 ppm в 2018 году. В настоящее время концентрация является самой высокой за последние 800000 лет  и, возможно, даже за последние 20 миллионов лет. Такое увеличение было вызвано деятельностью человека, в частности сжиганием ископаемого топлива и вырубкой лесов.  Это увеличение CO2 и других долгоживущих парниковых газов в атмосфере Земли привело к нынешнему периоду глобального потепления. Около 30–40% CO2, выделяемого человеком в атмосферу, растворяется в океанах, реках и озерах, что вызывает подкисление Мирового океана.

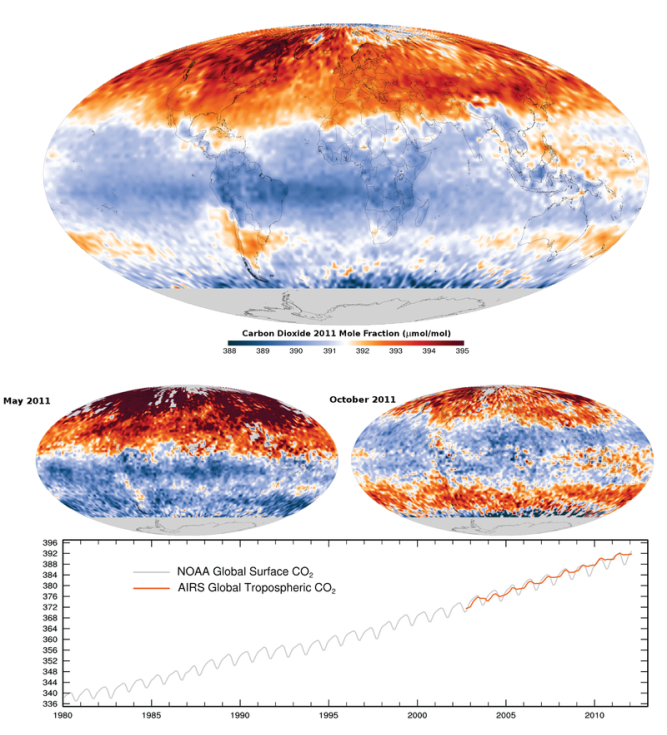


Рисунок 1 – Доля диоксида углерода в тропосфере в 2011 году.

## Роль углекислого газа в парниковом эффекте

Основным источником парникового эффекта в атмосфере Земли является водяной пар. При отсутствии парниковых газов в атмосфере и значении солнечной постоянной, равной 1368 Вт⁄м2, средняя температура на поверхности должна составлять −15 °C. В действительности средняя температура поверхности Земли составляет +15 °C, то есть парниковый эффект приводит к её увеличению на 30 °C, из которых 20,6 °C объясняется наличием в воздухе водяного пара, а 7,2 °C — углекислого газа. При относительно небольшой концентрации в воздухе, CO2 является важной компонентой земной атмосферы, поскольку он поглощает и переизлучает инфракрасное излучение на различных длинах волн, включая длину волны 4,26 мкм (вибрационный режим — за счёт асимметричного растяжения молекулы) и 14,99 мкм (изгибные колебания). Данный процесс исключает или снижает излучение Земли в космос на этих длинах волн, что приводит к парниковому эффекту.

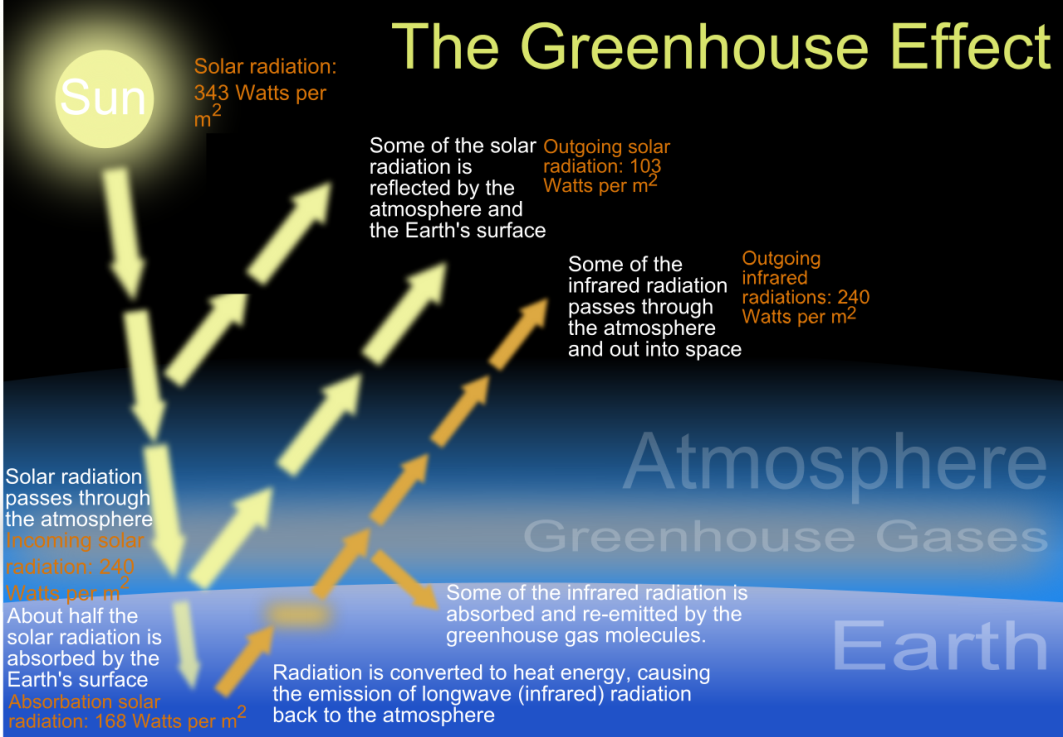


Рисунок 2 – Пиктограмма парникового эффекта

Кроме парниковых свойств диоксида углерода, имеет значение тот факт, что он тяжелее воздуха. Так как средняя относительная молярная масса воздуха составляет 28,98 г/моль, а молярная масса CO2 — 44,01 г/моль, то увеличение доли углекислого газа приводит к увеличению плотности воздуха и, соответственно, к изменению профиля его давления в зависимости от высоты. В силу физической природы парникового эффекта, такое изменение свойств атмосферы приводит к увеличению средней температуры на поверхности. Так как при увеличении доли этого газа в атмосфере его большая молярная масса приводит к росту плотности и давления, то при одной и той же температуре рост концентрации CO2 приводит к увеличению влагоёмкости воздуха и к усилению парникового эффекта, обусловленного большим количеством воды в атмосфере. Увеличение доли воды в воздухе для достижения одного и того же уровня относительной влажности — в силу малой молярной массы воды (18 г/моль) — снижает плотность воздуха, что компенсирует увеличение плотности, вызванное наличием повышенного уровня углекислого газа в атмосфере.

Комбинация перечисленных факторов в целом приводит к тому, что увеличение концентрации с доиндустриального уровня 280 ppm до современного 407 ppm эквивалентно дополнительному выделению 1,8 Вт на каждый квадратный метр поверхности планеты. Отличительной особенностью парниковых свойств диоксида углерода по сравнению с другими газами является его долговременное воздействие на климат, которое после прекращения вызвавшей его эмиссии остаётся в значительной степени постоянным на протяжении до тысячи лет. Другие парниковые газы, такие как метан и оксид азота, сохраняются в свободном состоянии в атмосфере не так долго.

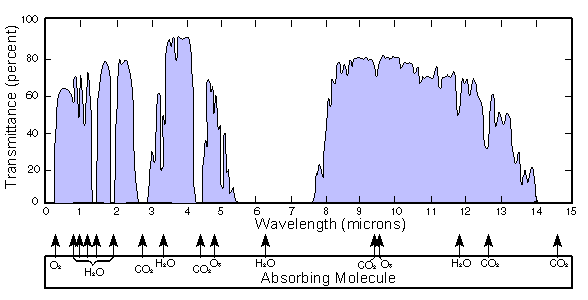


Рисунок 3 - Спектр пропускания земной атмосферы (зависимость прозрачности от длины волны). Приведены полосы поглощения CO2, O2, O3 и H2O.

# **Воздействие повышенных концентраций углекислого газа в окружающем воздухе на организм человека**.

Дыхание является важнейшим физиологическим процессом, гарантирующим течение метаболизма. Для комфортного существования человеку необходим воздух, состоящий из 21,5% кислорода и 0,03 – 0.04% углекислого газа. Порядка 78,1% атмосферного воздуха приходится на двухатомный газ азот, оставшаяся часть – на примеси (аргон, гелий, криптон и т.д.).

При высоких концентрациях (более 0,1%) углекислый газ негативно влияет на самочувствие человек, более того, производит канцерогенный эффект. Пребывание человека в помещении с высокой концентрацией СО2 может вызвать слабость, сонливость, головную боль, уменьшить концентрацию внимания, или даже оказать влияние на состав крови. Вследствие постоянного влияния высоких концентраций СО2 в организме человека происходит увеличение кислотности крови, что ведет к ацидозу, при этом ухудшается восприимчивость организма к полезным веществам и минералам, таким как, магний, кальций, калий, натрий. Ацидоз может спровоцировать сахарный диабет, заболевания, связанные с опорно-двигательным аппаратом, сердечнососудистой системой. Люди, страдающие хроническими заболеваниями, например астмой или аллергией, особенно остро подвержены негативному влиянию углекислого газа. При концентрации СО2 в воздухе 0,08-0,1% состояние человека существенно ухудшается.

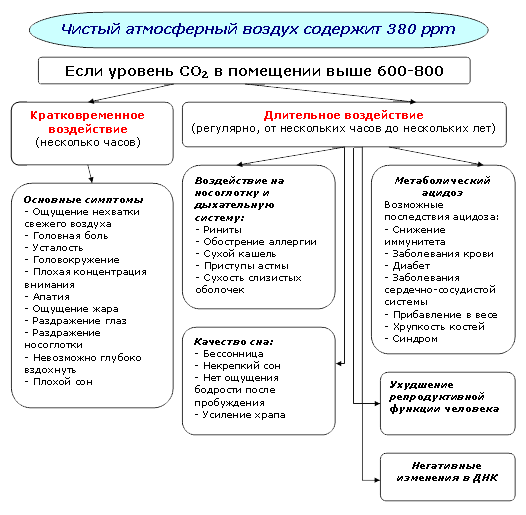


Рисунок 4 – Негативное воздействие повышенной концентрации СО2 на организм человека.

# Описание приборов-аналогов измерения концентрации химических веществ.

Таблица 1 – принцип действия, достоинства и недостатки различных газовых датчиков

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Название** | **Принцип**  **действия** | **Недостатки** | **Достоинства** |
| **Термокаталитические (термохимические)** | Основан на беспламенном сжигании (окислении) углеводородов на поверхности каталитически активного элемента и измерении количества выделившегося при этом тепла, которое пропорционально концентрации углеводородов | Низкая избирательность, недолговечность сенсора, отравляемость сенсора, ограниченный диапазон измеряемых концентраций (не выносит перегрузки по измеряемому компоненту), низкая чувствительность и быстродействие, обязательное присутствие кислорода в контролируемой атмосфере | Относительно низкая стоимость |
| **Электрохимические** | Основан на измерении сопротивления (электропроводности), напряжения или тока, характеризующих прохождение электрического тока в растворах электролитов при их взаимодействии с анализируемым газом | Низкая селективность, ограниченное быстродействие, недолговечность ЭХ сенсора, отравляемость сопутствующими газами. Стоимость сопоставима с оптическими, низкое энергопотребление | Широкая номенклатура контролируемых газов, возможность измерения сверхнизких концентраций отравляющих газов |
| **Полупроводниковые** | Основан на изменении поверхностного сопротивления полупроводникового материала в результате адсорбции детектируемого газа | Отсутствие селективности, ограниченное быстродействие, недолговечность сенсора, отравляемость, высокая погрешность измерений. Невозможно создание измерительного прибора (только течеискатель газа) | Высокая чувствительность, низкая стоимость |
| **Оптические**  **(абсорбционные)** | Основан на способности молекул большинства газов избирательно поглощать инфракрасное излучение. При этом каждый газ имеет свои, характерные только для него полосы поглощения. | Относительно высокая стоимость | Высокая чувствительность, селективность и быстродействие, работают в широком диапазоне концентраций, не отравляются высокими концентрациями контролируемых и сопутствующих газов, а также наличием в атмосфере активных реагентов, например, силиконовых соединений |

**Термокаталитические газоанализаторы**

Главным недостатком термопреобразовательных элементов является постепенная потеря чувствительности вследствие структурных изменений каталитически активной поверхности при их длительной работе в сложных атмосферных условиях, какие, например, встречаются на реальных объектах. Как показал опыт эксплуатации, полная потеря чувствительности происходит за отрезок, исчисляемый от нескольких месяцев до нескольких лет. Этот недостаток является принципиальным и обусловлен химической природой процесса взаимодействия между поверхностью каталитически активного чувствительного элемента и анализируемыми газами. Такое химическое взаимодействие на атомно-молекулярном уровне приводит к постепенному изменению структуры поверхности чувствительного элемента, усугубляемое в реальных условиях наличием паров кислотных и щелочных подземных вод, а также микродоз газов, являющихся ядами для катализаторов – некоторые серосодержащие газы, пары силиконовых соединений техногенного происхождения и др. В обычных условиях это приводит к постепенному изменению показаний прибора.

В случае аварийной ситуации использование термокаталитического газоанализатора может просто привести к катастрофе. При возникновении возгорания произойдет отравление прибора продуктами горения и он может не сработать на реальный выброс. Кроме этого, в замкнутом пространстве подземного сооружения при горении происходит резкое падение концентрации кислорода.

**Электрохимические газоанализаторы**

Термокаталитические сенсоры в системе обеспечения безопасности (в силу их специфики) применяются все меньше и меньше. Как правило, это контроль взрывоопасных газов, где оптические сенсоры имеют неоспоримые преимущества. К сожалению, оптические методы не могут эффективно быть использованы в диапазоне 1-100 ppm. Это область ПДК для отравляющих газов. Оптические методы и здесь могут работать эффективно, однако для этого требуется построить очень большие по размерам и весу приборы. Например, для такого газ как H2Sуровень ПДК это ≈100 ppm. Для того, чтобы построить оптический газоанализатор для такого диапазона концентрации необходимо иметь оптической ячейки более 10 м., что является неприемлемым. В связи с этим для решения проблем безопасности на случаи утечки таких газов как H2S, CO, NH3, NO, NO2, H2, O2, Cl2, SO2 и др. в диапазонах ПДК (1-200 ppm) используются электрохимические сенсоры. Несмотря на свои недостатки, они больше подходят по соотношению цена/качество.

**Полупроводниковые газоанализаторы**

Полупроводниковые сенсоры, из-за своих недостатков невозможно использовать для создания измерительных приборов, однако с успехом их можно использовать для создания всевозможных течеискателей для таких газов как метан, пропан, бутан, ацетилен, угарный газ, аммиак, сероводород, водород, бензин, галогены, фреоны, спирт и других промышленных растворителей

**Оптические газоанализаторы**

Основой для создания большинства выпускаемых газоанализаторов являются оптические (абсорбционные) датчики. По целому комплексу параметров они значительно превосходят применяемые в промышленности термокаталитические, электрохимические и полупроводниковые газовые сенсоры. Оптические датчики имеют высокую стабильность нуля, чувствительность, селективность, быстродействие, не отравляются повышенными концентрациями контролируемых и сопутствующих газов, могут функционировать в бескислородной среде.

# Оптический спектр поглощения СО2

Инфракрасная спектроскопия — раздел спектроскопии, изучающий взаимодействие инфракрасного излучения с веществами.

При пропускании инфракрасного излучения через вещество происходит возбуждение колебательных движений молекул или их отдельных фрагментов. При этом наблюдается ослабление интенсивности света, прошедшего через образец. Однако поглощение происходит не во всём спектре падающего излучения, а лишь при тех длинах волн, энергия которых соответствует энергиям возбуждения колебаний в изучаемых молекулах. Следовательно, длины волн (или частоты), при которых наблюдается максимальное поглощение ИК-излучения, могут свидетельствовать о наличии в молекулах образца тех или иных функциональных групп и других фрагментов.

Экспериментальным результатом в ИК-спектроскопии является инфракрасный спектр — функция интенсивности пропущенного инфракрасного излучения от его частоты. Обычно инфракрасный спектр содержит ряд полос поглощения, по положению и относительной интенсивности которых делается вывод о строении изучаемого образца. Такой подход стал возможен благодаря большому количеству накопленной экспериментальной информации: существуют специальные таблицы (например, рис.2), связывающие частоты поглощения с наличием в образце определённых молекулярных фрагментов. Созданы также базы ИК-спектров некоторых классов соединений, которые позволяют автоматически сравнивать спектр неизвестного анализируемого вещества с уже известными и таким образом идентифицировать это вещество.

В основе работы инфракрасных газоанализаторов лежит принцип оптической ИК-спектроскопии, основанной на способности большинства веществ избирательно поглощать инфракрасное излучение. При этом степень поглощения инфракрасного излучения зависит от концентрации вещества в анализируемой среде.

В средней инфракрасной области спектра (1.5 - 5.5 мкм) расположены сильные полосы поглощения многих химических соединений, представляющих практический интерес (метан, углекислый газ, пары воды, угарный газ, аммиак и др.)

На рисунке 5 представлен спектр селективного поглощения инфракрасного излучения в диапазоне длин волн от 3 до 5 мкм.

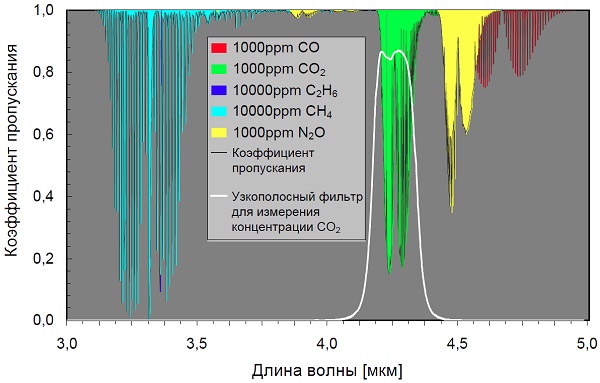


Рисунок 5 – Спектр поглощения химических соединений: СО, СО2, С2Н6, СН4, NO2 ( мкм).

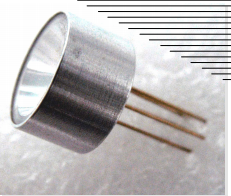
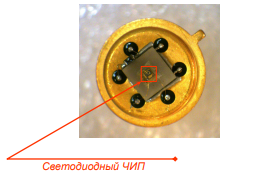
# Разработка лабораторного макета газоанализатора для определения концентрации СО2 в атмосферном воздухе.

Для реализации газоаналитических измерений оптическим методом, соответствующим современным требованиям анализа, был разработан лабораторный макет оптического газоанализатора для определения концентрации СО2 в атмосферном воздухе. Метод определения основан на светопропускании излучения в исследуемом газе на длине волны, соответствующей спектральной полосе поглощения молекулы СО2.

Метод светопропускания (оптической абсорбционной спектроскопии) используется для определения изменения интенсивности зондирующего излучения, прошедшего через поглощающую газовую среду. Исследуемый газ в газовой смеси является «фильтром», поглощающим излучение источника с определенной длинной волны.

На длинах волн 4 – 4,5 мкм наблюдается сильное поглощение излучения, вызванное в основном углекислым газом. Максимум поглощения соответствует длине волны , что следует учитывать при выборе источника излучения.

В качестве источника излучения применяется светоизлучающий диод LED43-TEC-PRW (рис. 6), выбранный в соответствии с максимальным значением показателя поглощения углекислого газа. Максимальная спектральная полоса излучения источника соответствует длине волны Данный диод обладает следующими особенностями: высокая надежность, селективность, термостабилизация.



б)

а)

Рисунок 6 - Светоизлучающий диод LED43-TEC-PRW (а – без корпуса, б - товарный вид).

В качестве приемника ИК излучения используется фотодиод PD48-05-NS-TEC-PRW (рис. 6) с широким спектром чувствительности (рис. 7).

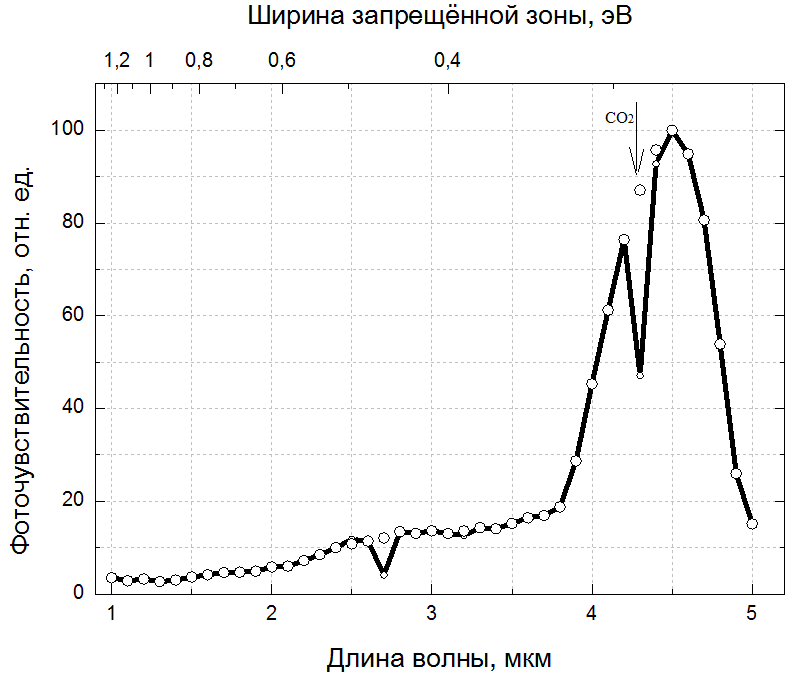
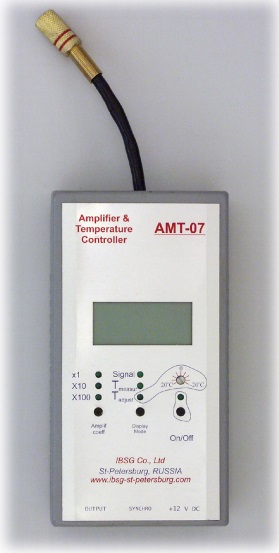


Рисунок 7 – Спектральная чувствительность фотодиода.

Оптоэлектронные компоненты (светоизлучающий диод и фотодиод) разработаны и созданы в лаборатории инфракрасной оптоэлектроники ФТИ им. Иоффе РАН на основе гетероструктур узкозонных полупроводниковых соединений типа А3В5. В качестве основы для роста светоизлучающей и фотодиодной гетероструктур применялась подложка InAs. Активной областью светоизлучающего диода является четверной твердый раствор InAsSbP, а активной областью фотодиода – тройной твердый раствор InAsSb.

Для обеспечения питания светоизлучающего диода используется соответствующий драйвер DLT-37М (рисунок 8 а), который имеет возможность выбрать рабочий режим с заданной длительностью импульсов, частотой повторений и величиной тока. Преобразование фототока в напряжение с последующим усилением, детектирование полученного сигнала и его индикация осуществляется с помощью усилителя для фотодиода АМТ-07М (рисунок 8 б). На время прохождения практики данные электронные изделия предоставлены компанией ООО «АИБИ».



б)

а)

Рисунок 8 - драйвер DLT-37М для светоизлучающего диода (а), усилителя для фотодиода АМТ-07М (б).

Во время прохождения практики были разработаны оптико-измерительные кюветы, которые были изготовлены из химически неактивного стекла. В ходе работы были изготовлены две кюветы: для измерения СО2 в проточном газе, для измерения СО2 в окружающем атмосферном воздухе. Расчетная длина оптического пути в данных кюветах равна .

Блок-схема разрабатываемого газоанализатора для детектирования СО2 представлена на рис. 9.

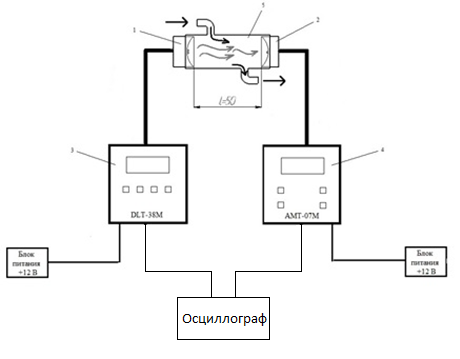


Рисунок 9 – Блок-схема газоанализатора СО2

Лабораторный макет газоанализатора работает по следующему принципу. Исследуемый газ непрерывно прокачивается через кювету 5. Зондирующее излучение от источника 1 проходит через кювету 5 с исследуемым газом и попадает на приемник оптического излучения 2. Сигнал с приемника поступает на усилитель 4, после чего выводится экран осциллографа.



# Устройство драйвера DLT-37М

Драйвер DLT-37M предназначен для работы в качестве источника питания для всех моделей инфракрасных светодиодов.

Два режима работы драйвера (квазистационарный и импульсный), широкий диапазон и плавность регулировки амплитуды тока, возможность изменения частоты и длительности импульсов питающего сигнала, возможность синхронизации с внешними устройствами позволяют использовать драйвер DLT-37M в качестве универсального устройства для питания инфракрасных светодиодов при решении различных задач.

Встроенный термоконтроллер позволяет поддерживать температуру чипа светодиода постоянной, обеспечивая стабильность его характеристик в различных условиях функционирования. Широкий диапазон регулировки температуры чипа позволяет в значительной мере воздействовать на спектральный состав и интенсивность излучения (оптическую мощность) светодиода, при необходимости подстраивая его характеристики в зависимость от поставленной задачи.

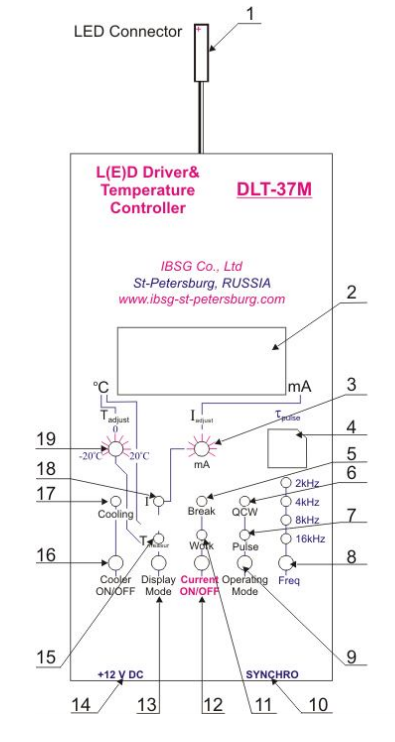


Рисунок 10 – Вид драйвера DLT-37M и элементы интерфейса

Где:

1. Разъем для подключения светодиода.

2. Жидкокристаллический экран. Служит для отображения температуры чипа светодиода и тока, текущего через светодиод.

3. Регулятор для установки тока светодиода.

4. Многопозиционный переключатель для выбора длительности импульсов в импульсном режиме.

5. Красный индикатор отсутствия тока в цепи светодиода.

6. Индикатор работы драйвера в квазинепрерывном режиме.

7. Индикатор работы драйвера в импульсном режиме.

8. Кнопка переключения частоты сигнала при работе в квазинепрерывном и импульсном режимах.

9. Кнопка переключения режимов работы драйвера (квазинепрерывном или импульсном).

10. Разъем для подключения кабеля синхронизации усилителя.

11. Индикатор наличия тока в цепи светодиода.

12. Копка включения/выключения питающего тока светодиода.

13. Кнопка переключения режимов отображающейся на экране информации.

14. Разъем для подключения источника питания драйвера.

15. Индикатор режима отображения на экране текущей температуры чипа светодиода. 16. Кнопка включения/выключения охлаждения чипа светодиода.

17. Индикатор режима включения охлаждения чипа светодиода.

18.Индикатор отображения на экране тока, текущего через светодиод.

19. Регулятор температуры чипа светодиода.

# Устройство усилителя АМТ-07М

Усилитель AMT-07M со встроенным термоконтроллером предназначен для выделения и детектирования сигнала переменного тока ИК-фотодиодов.

Существует возможность дискретного изменения коэффициента усиления для точного измерения величины сигнала. Усилитель имеет аналоговый выход для подключения внешних устройств, но может использоваться и без них, поскольку имеет LCD-дисплей для отображения уровня усиленного сигнала.

Встроенная функция “ZERO” позволяет отсекать постоянную составляющую. Встроенный термоконтроллер позволяет поддерживать температуру чипа фотодиода постоянной, обеспечивая стабильность его характеристик в различных условиях функционирования. Широкий диапазон регулировки температуры чипа позволяет в значительной мере воздействовать на спектральные характеристики фотодиода, при необходимости подстраивая его характеристики в зависимость от поставленной задачи.

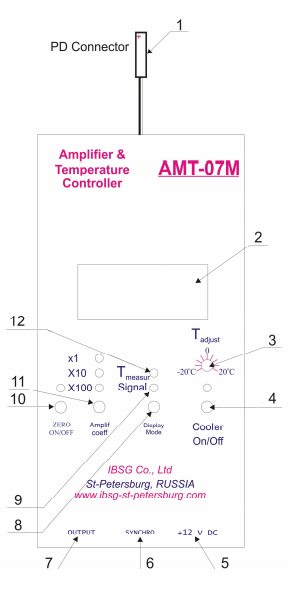


Рисунок 11 – Вид усилителя AMT-07M и элементы интерфейса

Где:

1. Разъем для подключения фотодиода.

2. Жидкокристаллический экран. Служит для отображения текущей температуры чипа фотодиода и детектированного сигнала фотодиода.

3. Регулятор температуры чипа фотодиода.

4. Кнопка включения охлаждения фотодиода, индикатор включения охлаждения.

5. Разъем для подключения питания усилителя.

6. Разъем для подключения синхронизирующего кабеля.

7. Разъем для подключения внешнего устройства (аналоговый выход).

8. Кнопка переключения режимов отображающейся на экране информации.

9. Индикатор отображения на экране величины детектированного сигнала фотодиода.

10. Кнопка и индикатор включения режима “ZERO”.

11.Кнопка переключения режимов усиления и индикаторы, информирующие о выбранном коэффициенте усиления.

12.Индикатор отображения на экране текущей температуры чипа фотодиода.

# Проведение эксперимента

Первые измерения проводились при прокачке через проточную кювету газа с содержанием СО2 не более 50,66 %. Эксперимент проводился при следующих заданных параметрах: , частота сигнала В результате измерений было замечено, что при прокачке газа через кювету уровень сигнала упал на 10%.

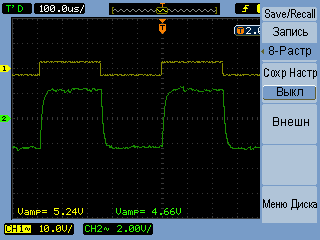


Рисунок 12 – Показания осциллографа при прокачке углекислого газа (зеленый – усилитель, желтый – драйвер).

# Заключение

В результате прохождения конструкторско – технологической практики в лаборатории инфракрасной оптоэлектроники ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН были значительно расширены профессиональные навыки, необходимые специалисту в области газового анализа.

В ходе практики были проанализированы основные характеристические полосы поглощения ряда химических элементов. На основе данного анализа были подобраны соответствующие приемник и источник инфракрасного излучения, необходимых для создания газоаналитических приборов для определения концентрации углекислого газа СО2 в окружающем атмосферном воздухе. Произведена разработка оптико-измерительных кювет для проточного газа и атмосферного воздуха. Из комплектующих средств был собран лабораторный макет оптического газоанализатора для определения концентрации СО2. С помощью построенного прибора проведены первые измерения.