

УДК 539.2

## ИЗМЕНЕНИЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК НЕКОТОРЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ИНТЕРВАЛЕ ЧАСТОТ ОТ 0.2 ДО 2 ТГц В РЕЗУЛЬТАТЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ МЕГАВАТТНЫМ ПОТОКОМ СУБМИЛЛИМЕТРОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ МИКРОСЕКУНДНОЙ ДЛИТЕЛЬНОСТИ

© 2025 г. А. В. Аржанников<sup>a,\*</sup>, С. Л. Синицкий<sup>a</sup>, Д. А. Самцов<sup>a</sup>, П. В. Калинин<sup>a</sup>, С. А. Кузнецов<sup>a</sup>, В. Д. Степанов<sup>a</sup>, С. С. Попов<sup>a</sup>, Е. С. Сандалов<sup>a</sup>, М. Г. Атлуханов<sup>a</sup>, А. В. Станкевич<sup>b,c</sup>, А. В. Пестов<sup>c</sup>, Н. А. Nikolaev<sup>d</sup>, А. А. Рыбак<sup>d</sup>

<sup>a</sup>Институт ядерной физики им. Г.И. Буддера СО РАН, Новосибирск, 630090 Россия

<sup>b</sup>Российский Федеральный Ядерный Центр – Всероссийский научно-исследовательский институт технической физики имени академика Е. И. Забабахина, Снежинск, 456770 Россия

<sup>c</sup>Институт органического синтеза им. И.Я. Постовского УрО РАН,  
Екатеринбург, 620990 Россия

<sup>d</sup>Институт автоматики и электрометрии СО РАН, Новосибирск, 630090 Россия

\*e-mail: A.V.Arzhannikov@inp.nsk.su

Поступила в редакцию 12.10.2024 г.

После доработки 16.11.2024 г.

Принята к публикации 16.11.2024 г.

Зарегистрировано влияние воздействия импульсными мегаваттными потоками излучения в интервале частот 0.1–0.4 ТГц на спектральные характеристики некоторых тонкопленочных полимерных материалов в диапазоне частот от 0.2 до 2 ТГц. Характеризация полимерных образцов проведена с использованием технических решений в рамках спектроскопии во временной области и ЛОВ-спектроскопии. Для воздействия использован поток излучения в субмиллиметровом диапазоне длин волн длительностью около 4 мкс, генерируемый при пучково-плазменном взаимодействии на установке ГОЛ-ПЭТ (ИЯФ СО РАН). Установлено, что относительные изменения реальной части диэлектрической проницаемости отдельных образцов из поливинилиденфторида достигают уровня 0.5 при исходной величине около 3.0, в то время как для образцов из поливинилхлорида никаких изменений этого параметра не зарегистрировано. В то же время для отдельных образцов из полимочевины зарегистрированы как значительные изменения этого параметра, так и малозначимое его изменение по результатам воздействия. Результаты проведенных экспериментов дают основу для использования тонкопленочных полимерных материалов в качестве подложек для образцов супрамолекулярных комплексов, которые при исследованиях будут подвергаться воздействию мощных импульсных потоков излучения в субмиллиметровом диапазоне длин волн.

**Ключевые слова:** супрамолекулярные комплексы, субмиллиметровое излучение, спектроскопия во временной области, ЛОВ-спектроскопия, фононные колебания.

DOI: 10.31857/S1028096025020014, EDN: EGXKAS

### ВВЕДЕНИЕ

Сложные супрамолекулярные комплексы лежат в основе различных функциональных материалов, биологически активных компози-

ций для фармацевтических приложений [1–5], энергетических материалов [6–11]. Свойства этих объектов определяются их структурой. Структура проявляется в спектре фононных ко-

лебаний, который простирается от десятых долей терагерца до нескольких терагерц. Воздействие на рассматриваемые объекты потоком излучения в указанном диапазоне частот позволяет добиться значительного изменения состояния заполнения уровней в спектре фононного бассейна, что сопровождается изменениями структуры и, следовательно, функциональных свойств таких объектов. Таким образом, представляется перспективным использование воздействия мощным потоком излучения в терагерцевом диапазоне не только для характеризации супрамолекулярных систем, но и с целью направленного изменения их структурных характеристик и функциональных свойств.

В качестве первого шага в этом направлении исследований проведены эксперименты по воздействию импульсными мегаваттными потоками излучения в частотном интервале 0.1–0.4 ТГц на некоторые полимерные тонкопленочные материалы с целью установления закономерностей изменения их характеристик в интервале 0.2–2 ТГц. Исследуемые образцы представляли собой закрепленные в оправе тонкие полимерные пленки толщиной 16–75 мкм. Для воздействия на них был использован поток субмиллиметрового излучения, создаваемый на установке ГОЛ-ПЭТ (ИЯФ СО РАН) [12–16]. Этот поток генерируется при интенсивном взаимодействии релятивистского электронного пучка с намагниченным плазменным столбом и затем выводится в атмосферу экспериментального зала для воздействия на исследуемые объекты. Спектральную характеристизацию тонкопленочных образцов в указанном частотном интервале до воздействия потоком излучения и после этого воздействия проводили с использованием приборов в рамках методик спектроскопии во временной области [17, 18] и ЛОВ-спектроскопии (ЛОВ — лампа обратной волны) [19]. Результаты проведенных измерений открывают возможность целенаправленного подбора материалов для полимерных пленок, предназначенных для использования в качестве подложек при выращивании образцов супрамолекулярных комплексов применительно к воздействию на них импульсными потоками субмиллиметрового излучения.

## УСТАНОВКИ, ПРИБОРЫ И МЕТОДИКИ ПРОВОДИМЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

### *Создание образцов полимерных пленочных материалов*

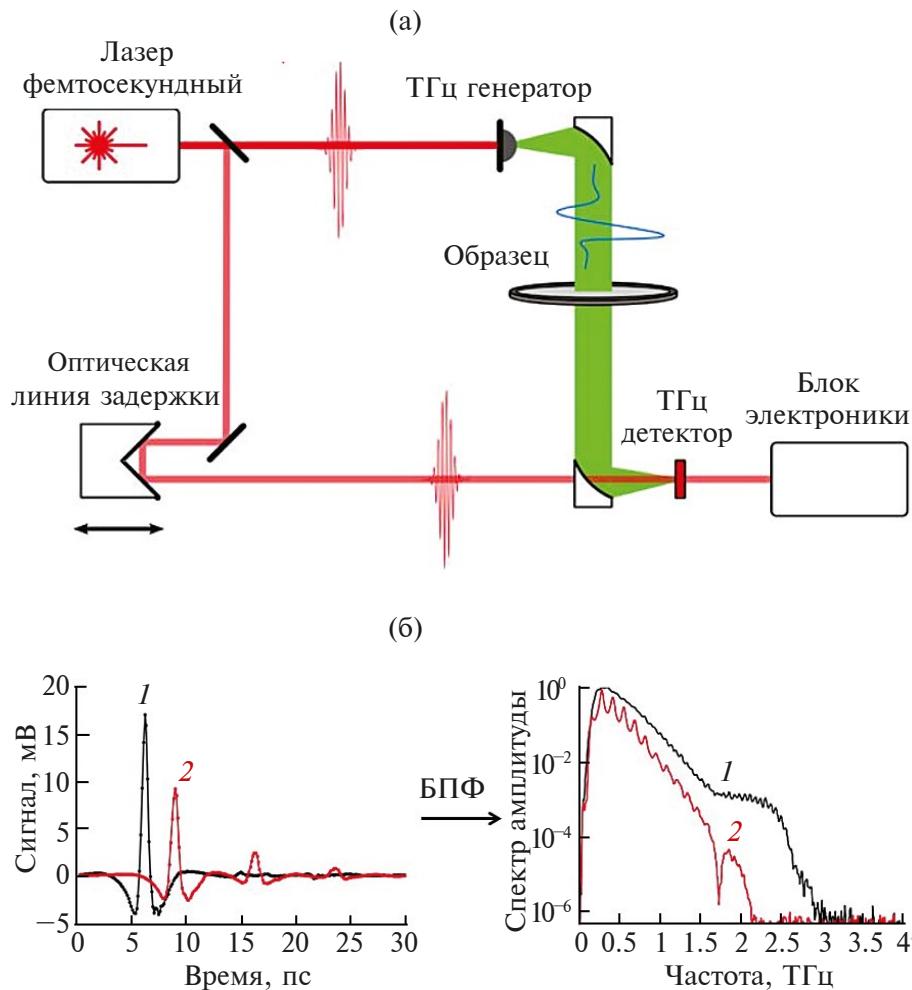
Как было отмечено выше, анализируемые пленочные материалы предполагается использовать в качестве подложек низкого фона при

проводении исследований облучения сверхчестых супрамолекулярных комплексов и гетероструктур, нанесенных на их поверхность [20]. В данной серии исследований были проанализированы следующие материалы: полипропилен, полиэтилентерефталат, политетрафторэтилен, поливинилхлорид, полимочевина, поливинилденфторид, фторопласт Ф-42Л. Образцы этих полимерных пленочных материалов были получены путем предварительного синтеза полимерной массы и последующей ее переработки в пленку [21], толщину которой в ходе процесса получали в интервале 15–80 мкм. В зависимости от свойств полимерной массы выбирали тот или иной способ ее перевода в пленку: литье из раствора, экструзию или каландрирование.

### *Методики спектральной характеристизации образцов в интервале частот 0.2–2 ТГц*

**Спектроскопия во временной области.** Импульсная терагерцевая спектроскопия, или спектроскопия во временной области, фактически является аналогом ИК-фурье-спектроскопии с когерентным импульсным источником излучения и когерентным же способом детектирования. В отличие от ИК-фурье-спектрометра, когерентность обеспечивает возможность проведения измерения в диапазоне 0.1–3 ТГц ( $3.3–100 \text{ см}^{-1}$ ) при комнатной температуре детектора. Используемый в эксперименте спектрометр построен по схеме интерферометра Маха–Цендера, в одном из плеч которого лазерный импульс преобразуется в КВЧ-импульс (КВЧ — крайне высокая частота), включающий спектр в интервале частот 0.1–3 ТГц (рис. 1а). КВЧ-импульс далее анализируют в соответствующем спектральном интервале с помощью быстрого амплитудного детектора в двух случаях: когда на пути распространения этого импульса нет образца (опорный сигнал) и когда на его пути установлен образец. Пример сигналов в этих двух случаях и результат их обработки для представления в спектральной области приведен на рис. 1б.

**Спектроскопия в частотной области.** Для решения этой задачи использован субтерагерцевый ЛОВ-спектрометр (рис. 2), позволяющий измерять комплексные величины как пропускания  $T(v)$  объектов, так и отражения от них  $R(v)$ . Для измерений на пропускание в этом приборе используют схему интерферометра Маха–Цендера, для измерений на отражение применяют схему интерферометра Майкельсона. Регистрацию потока излучения осуществляют с помощью ячейки Голея (оптоакустического преобразователя). Рабочая область прибора покрывает диапазон частот  $f = 0.05–1.1 \text{ ТГц}$  при уровне разрешения по частоте  $\Delta f/f = 10^{-5}$ .



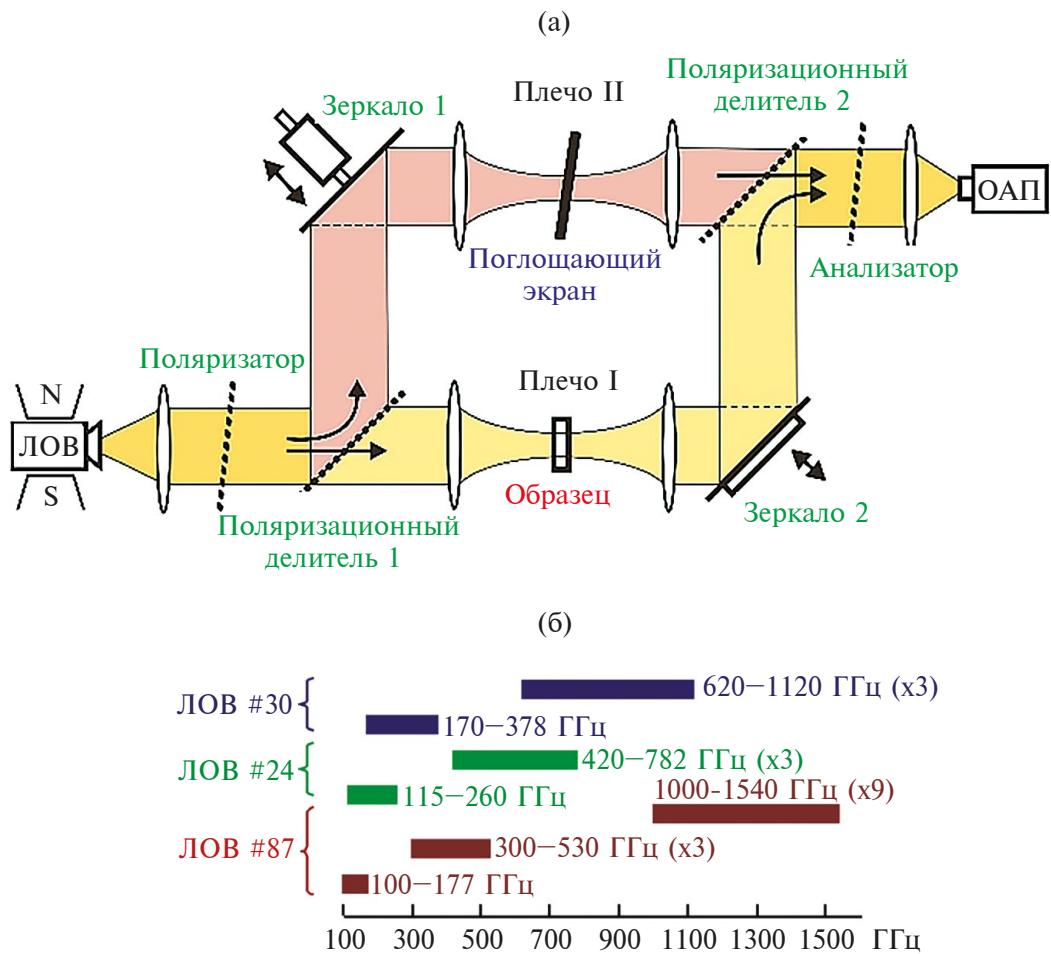
**Рис. 1.** Схема проведения спектроскопических измерений во временной области (а) и пример обработки результатов регистрации опорного сигнала (1) и сигнала при наличии образца (2) в рамках используемой методики (б). БПФ — быстрое преобразование Фурье.

#### Установка для облучения образцов и методика его проведения

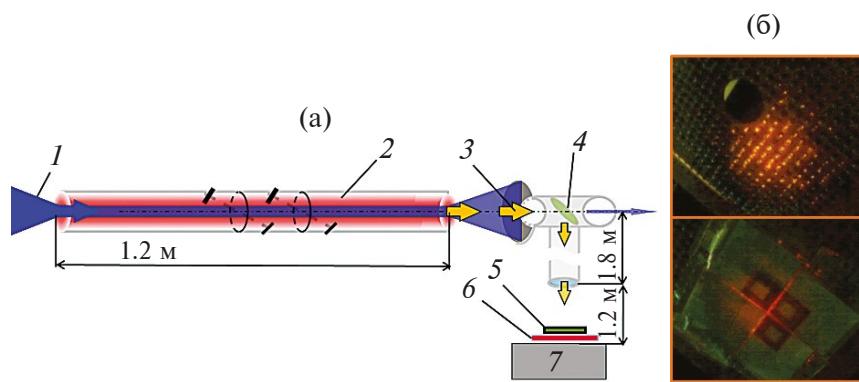
Облучение потоком субмиллиметрового излучения проведено на установке ГОЛ–ПЭТ. Схема проведения этих экспериментов представлена на рис. 3а. Пучок релятивистских электронов 1, проходя по плазменному столбу 2, генерирует поток электромагнитного излучения 3, распространяющийся вместе с пучком вдоль оси установки. Тонкое металлическое зеркало 4 пропускает электронный пучок, но отражает поток излучения, направляя его через окно в атмосферу экспериментального зала. Распространяясь в атмосфере, поток излучения проходит через пакет с исследуемыми образцами 5 и далее через панель с неоновыми газоразрядными лампочками 6 поступает в рабочую полость полихроматора 7, с помощью которого регистрируют спектральный состав этого потока в интервале частот 0.1–0.45 ТГц. Се-

чение распространяющегося в атмосфере потока излучения отображается свечением неоновых лампочек, которое происходит из-за высокой плотности мощности в потоке. Свечение этих лампочек под воздействием мощного потока излучения фотографировали электронной фотокамерой (рис. 3б). Верхний фотоснимок на рис. 3б представляет изображение светящейся панели, когда поток излучения поступает непосредственно на нее и далее через нее в полихроматор. На нижнем фотоснимке показано изображение свечения лампочек, когда на поверхность этой панели был положен пакет с четырьмя образцами. Светящийся крест — это свет от лампочек панели, выходящий в зазорах между тесно лежащими на панели образцами прямоугольной формы.

Регистрацию спектрального состава потока излучения, используемого для воздействия на исследуемые образцы, осуществляли с помощью



**Рис. 2.** Схема проведения спектроскопических измерений в частотной области (а) и частотный интервал, доступный с различными ЛОВ в условиях умножения частоты (б).



**Рис. 3.** Схема проведения облучения образцов мощным потоком субмиллиметрового излучения (а): 1 — электронный пучок; 2 — столб плазмы; 3 — поток ТГц-излучения; 4 — зеркало для потока ТГц-излучения; 5 — пакет с образцами; 6 — панель неоновых ламп; 7 — полихроматор. Отображение сечения потока излучения через свечение газоразрядных неоновых лампочек, собранных в панель, без пакета с образцами (вверху) и при наличии пакета с образцами (внизу) (б).

восьмиканального полихроматора. Каждый частотно-селективный канал этого полихроматора содержал полосовой фильтр на пропускание и полупроводниковый детектор, предназначенный для использования в полосе пропускания этого фильтра. Результат регистрации спектрального состава потока излучения, полученный усреднением по пяти выстрелам установки ГОЛ-ПЭТ в одинаковых условиях генерации потока излучения, представлен на рис. 4. На рис. 4а показан спектр излучения, зарегистрированный полихроматором, когда поток проходил в его полость через входное отверстие в отсутствие на пути потока исследуемых образцов, а на рис. 4б — когда на пути этого потока во входное отверстие прибора размещен пакет с четырьмя исследуемыми образцами. Из рисунков виден широкий спектр потока излучения (0.1–0.4 ТГц), поступающего от генератора, который работает на основе физических механизмов пучково-плазменного взаимодействия. Основная доля спектральной плотности мощности излучения сосредоточена в области ниже частоты 0.25 ТГц и резко, более чем на два порядка величины, понижается при превышении указанной частоты. Что касается ослабления спектральной плотности мощности при прохождении через пакет с образцами, то оно оказывается весьма небольшим.

### РЕЗУЛЬТАТЫ РЕГИСТРАЦИИ ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОБРАЗЦОВ

Охарактеризованный выше поток излучения был использован в экспериментах по воздействию на пленочные образцы из различных полимерных материалов. По результатам этих экспериментов были построены спектральные характеристики тонкопленочных образцов после облучения по-

током субмиллиметрового излучения и сопоставлены с характеристиками образцов в исходном состоянии до воздействия потоком. Количественное сопоставление проведено в рамках изменений частотной зависимости реальной части диэлектрической проницаемости образцов, поскольку в ходе проведения измерений установлено, что активные потери энергии потока субмиллиметрового излучения при прохождении через исследуемые тонкопленочные образцы весьма малы. Они настолько малы, что оказались одного уровня с флуктуациями интенсивности потоков излучения из источников, используемых в спектрометрах. По этой причине не приведены результаты измерений мнимой части диэлектрической проницаемости образцов, которая определяется из поглощения энергии потока излучения в материале образца.

На рис. 5 представлены спектральные характеристики двух различных полимеров: поливинилхлорида и поливинилиденфторида до и после облучения потоком субмиллиметрового излучения. Из представленных спектров видно, что частотная зависимость реальной части диэлектрической проницаемости образца из поливинилхлорида не претерпевает заметных изменений в результате его облучения субмиллиметровым излучением. В то же время эта зависимость сильно изменилась у образца, изготовленного из поливинилиденфторида, и величина реальной части диэлектрической проницаемости понизилась с уровня 3 до значений в окрестности 2.5.

Наряду с различным характером изменений реальной части диэлектрической проницаемости образцов из разных материалов наблюдались различия изменений и в случае образцов из пленочных материалов одинакового состава. Примером служат два образца, изготовленных из полимочевины (рис. 6). Сопоставление спектральных

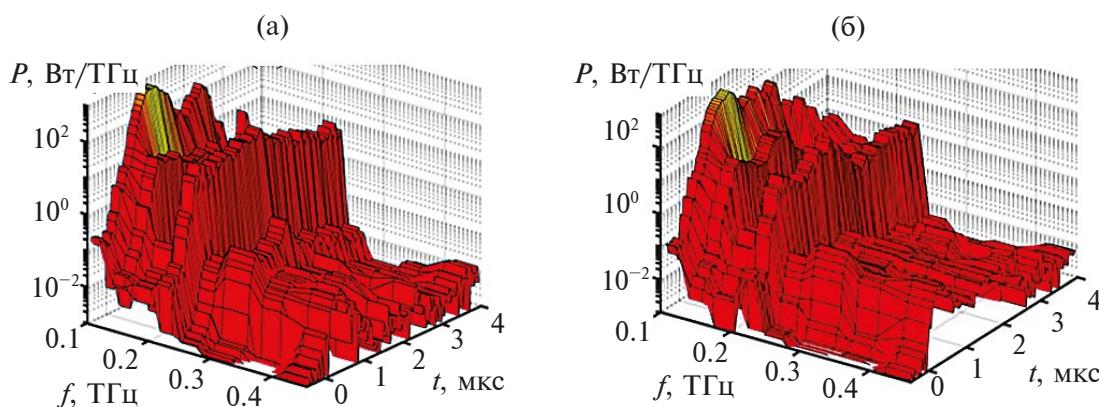
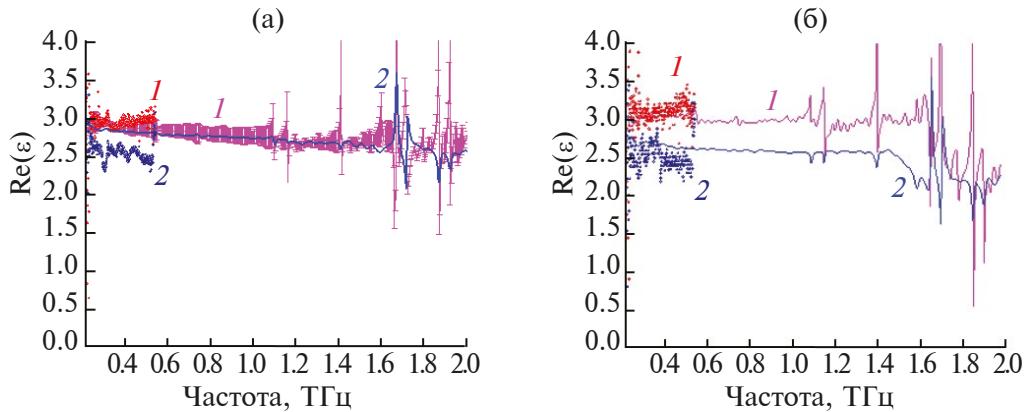
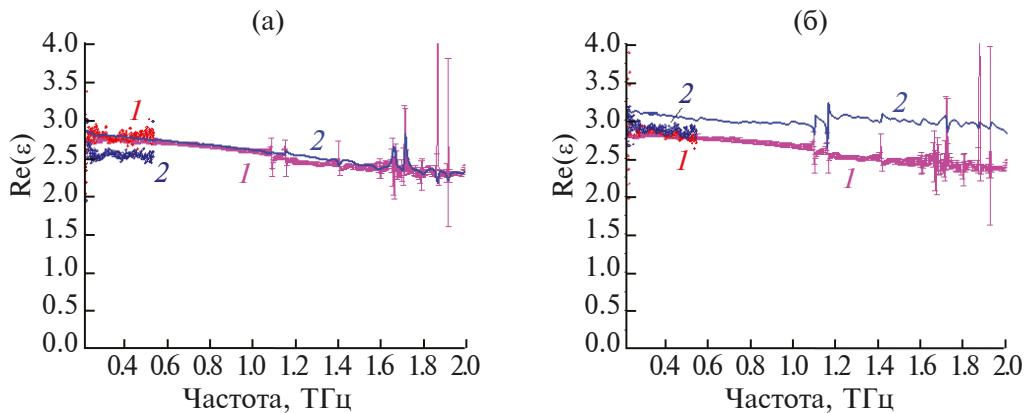


Рис. 4. Спектральный состав потока, регистрируемый полихроматором, в отсутствие образцов (а) и в условиях, когда он проходит через пакет с образцами исследуемых материалов (б).



**Рис. 5.** Изменение реальной части диэлектрической проницаемости поливинилхлорида (а) и поливинилиденфторида (б) в результате воздействия потоком субмиллиметрового излучения (серия из пяти импульсов), полученное с помощью спектроскопии во временной области (сплошные линии) и ЛОВ-спектроскопии (символы) до воздействия излучения (1) и после (2).



**Рис. 6.** Изменение реальной части диэлектрической проницаемости образцов № 1581 (а) и № 1580 (б) из полимочевины в результате воздействия потоком субмиллиметрового излучения (два импульса), полученное с помощью спектроскопии во временной области (сплошные линии) и ЛОВ-спектроскопии (символы) до воздействия излучения (1) и после (2).

характеристик двух образцов из мочевины показывает, что даже при одинаковом химическом составе образцы различаются чувствительностью к воздействию потоком субмиллиметрового излучения. Наблюдалось не уменьшение действительной части диэлектрической проницаемости, как это было зарегистрировано в случае поливинилиденфторида, а наоборот, повышение на величину 0.3–0.5.

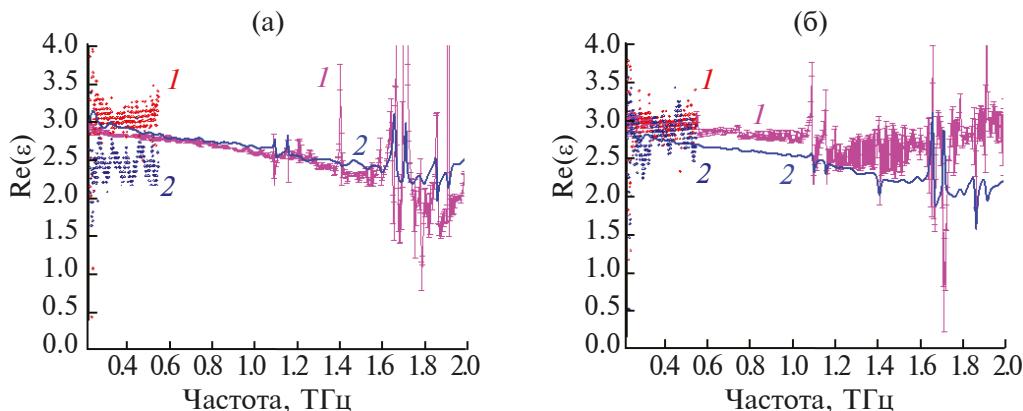
Подобным образом на воздействие потока субмиллиметрового излучения реагируют образцы, изготовленные из другого пленочного материала — политетрафторэтилена (рис. 7). Изменение реальной части диэлектрической проницаемости этого материала происходит в сторону ее понижения.

Таким образом, проведенные эксперименты показали, что при облучении ряда тонко-

пленочных полимерных материалов мощным импульсным потоком субмиллиметрового излучения изменяется реальная часть их диэлектрической проницаемости, что вызвано перестройкой их структуры. В то же время имеются пленочные материалы, у которых эта характеристика не подвержена заметным изменениям. Именно эти материалы подходят для их использования в качестве несущей подложки различных образцов супрамолекулярных комплексов, которые при исследованиях необходимо подвергать воздействию мощными импульсными потоками излучения в субмиллиметровом диапазоне длин волн.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведен поиск тонкопленочных полимерных материалов, пригодных к использованию в качестве подложек для материалов со сложной



**Рис. 7.** Изменение реальной части диэлектрической проницаемости образцов № 1584 (а) и № 1585 (б) из политетрафторэтилена в результате воздействия потоком субмиллиметрового излучения (пять импульсов), полученное с помощью спектроскопии во временной области (сплошные линии) и ЛОВ-спектроскопии (символы) до воздействия излучения (1) и после (2).

супрамолекулярной структурой применительно к воздействию на них мощным потоком субмиллиметрового излучения. В качестве тонкопленочных полимерных образцов, предназначенных для использования в качестве подложек, были исследованы следующие материалы: полипропилен, полиэтилентерефталат, политетрафторэтилен, поливинилхлорид, полимочевина, поливинилиденфторид и фторопласт Ф-42Л. Частотная зависимость реальной части диэлектрической проницаемости этих тонкопленочных полимерных образцов была зарегистрирована в интервале 0.2–2 ТГц с использованием двух методов: ЛОВ-спектроскопии в частотной области и спектроскопии во временной области. Регистрация этой зависимости была проведена в двух случаях: для образцов из исходного пленочного материала до воздействия на них потоком излучения и после воздействия на них мощным импульсным потоком излучения в спектральном интервале 0.1–0.4 ТГц при микросекундной длительности.

В результате проведенных исследований установлено, что в случае тонкопленочных образцов материала одного химического состава (например, полимочевины) регистрируется большое различие в изменении спектральных свойств в интервале частот 0.2–2 ТГц, что указывает на различие в исходной структуре материала этих образцов. Однако в случае образцов из поливинилхлорида не зарегистрировано заметных изменений свойств в указанном интервале частот, что позволяет рекомендовать их в качестве несущих подложек для проведения опытов по воздействию ТГц-излучения на сложные супрамолекулярные материалы. Представляется целесообразным всякий раз проводить контрольные измерения

спектральных характеристик используемых несущих тонкопленочных подложек. Кроме того, для характеристики структуры этих супрамолекулярных объектов полезно использовать дополнительные методы исследований с применением синхротронного излучения — малоугловое рентгеновское рассеяние и дифракцию рентгеновского излучения под скользящим углом.

## КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Fischer B.M., Helm H., Jepsen P.U. // Proc. SPIE. 2006. V. 6038. P. 42.  
<https://doi.org/10.1117/12.651748>
2. Reimann K., Woerner M., Elsaesser T. // J. Chem. Phys. 2021. V. 154. № 12. P. 120901.  
<https://doi.org/10.1063/5.0046664>
3. Surovtsev N.V., Malinovsky V.K., Boldyreva E.V. // J. Chem. Phys. 2011. V. 134. № 4. P. 045102.  
<https://doi.org/10.1063/1.3524342>
4. Afsah-Hejri L., Hajeb P., Ara P., Ehsani R.J. // Compr. Rev. Food Sci. Food Safety. 2019. V. 18. № 5. P. 1563.  
<https://doi.org/10.1111/1541-4337.12490>
5. Folpini G., Reimann K., Woerner M., Elsaesser T., Hoja J., Tkatchenko A. // Phys. Rev. Lett. 2017. V. 119. № 9. P. 097404.  
<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.119.097404>
6. Michalchuk A.A.L., Fincham P.T., Portius P., Pulham C.R., Morrison C.A. // J. Phys. Chem. C. 2018. V. 122. № 34. P. 19395.  
<https://doi.org/10.1021/acs.jpcc.8b05285>

7. Michalchuk A.A.L., Trestman M., Rudić S., Portius P., Fincham P.T., Pulham C.R., Morrison C.A. // J. Mater. Chem. A. 2019. V. 7. № 33. P. 19539.  
<https://doi.org/10.1039/c9ta06209b>
8. Michalchuk A.A.L., Hemingway J., Morrison C.A. // J. Chem. Phys. 2021. V. 154. № 6. P. 064105.  
<https://doi.org/10.1063/5.0036927>
9. Michalchuk A.A.L., Morrison C.A. // Theor. Comput. Chem. 2022. V. 22. P. 215.  
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822971-2.00010-3>
10. Stankevich A.V., Taibinov N.P., Kostitsyn O.V., Garmashev A.Yu. // J. Phys.: Conf. Ser. 2021. V. 1787. № 1. P. 012006.  
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1787/1/012006>
11. Stankevich A.V., Tolshchina S.G., Korotina A.V., Rusinov G.L., Chemagina I.V., Charushin V.N. // Molecules. 2022. V. 27. № 20. P. 6966.  
<https://doi.org/10.3390/molecules27206966>
12. Arzhannikov A.V., Burdakov A.V., Kalinin P.V. et al. // Vestnik Novosibirsk State University. Ser. Phys. 2010. V. 5. № 4. P. 44.
13. Arzhannikov A.V., Burmasov V.S., Ivanov I.A., Kalinin P.V., Kuznetsov S.A., Makarov M.A., Mekler K.I., Polosatkin S.V., Rovenskikh A.F., Samtsov D.A., Sinitsky S.L., Stepanov V.D., Timofeev I.V. // 44th Int. Conf. on Infrared, Millimeter, and Terahertz Waves (IRMMW-THz). Paris, 2019. P. 1.  
<https://doi.org/10.1109/IRMMW-THz.2019.8874408>
14. Arzhannikov A.V., Ivanov I.A., Kasatov A.A., Kuznetsov S.A., Makarov M.A., Mekler K.I., Polosatkin S.V., Popov S.S., Rovenskikh A.F., Samtsov D.A., Sinitsky S.L., Stepanov V.D., Annenkov V.V., Timofeev I.V. // Plasma Phys. Controlled Fusion. 2020. V. 62. № 4. P. 045002.
15. Arzhannikov A.V., Sinitsky, S.L., Popov S.S., Timofeev I.V., Samtsov D.A., Sandalov E.S., Kalinin P.V., Kuklin, K.N., Makarov M.A., Rovenskikh A.F., Stepanov V.D., Annenkov V.V., Glinsky V.V. // IEEE Trans. on Plasma Sci. 2022. V. 50. № 8. P. 2348.  
<https://doi.org/10.1109/TPS.2022.3183629>
16. Аржанников А.В., Синицкий С.Л., Самцов Д.А., Калинин П.В., Попов С.С., Атлауханов М.Г., Сандалов Е.С., Степанов В.Д., Куклин К.Н., Макаров М.А. // Сиб. физ. журнал. 2023. Т. 18. № 4. С. 79.  
<https://doi.org/10.25205/2541-9447-2023-18-4-79-93>
17. Mamrashev A., Minakov F., Nikolaev N., Antsygin V. // Photonics. 2021. V. 8. № 6. P. 213.  
<https://doi.org/10.3390/photonics8060213>
18. Mamrashev A.A., Maximov L.V., Nikolaev N.A., Chapovsky P.L. // IEEE Trans. Terahertz Sci. Tech. 2018. V. 8. № 1. P. 13.  
<https://doi.org/10.1109/TTHZ.2017.2764385>
19. Кузнецов С.А., Астафьев М.А., Скляров В.Ф., Лазорский П.А., Аржанников А.В. // Вестн. НГУ. Сер. Физика. 2014. Т. 9. № 4. С. 15.  
<https://doi.org/10.54362/1818-7919-2014-9-4-15-38>
20. Станкевич А.В., Соболевская А.В., Грецова А.Н., Стрельцова М.С., Фролова О.А. // Поверхность. Рентген., синхротр. и нейtron. исслед. 2023. Т. 10. С. 3.  
<https://doi.org/10.31857/S1028096023100205>
21. Семчиков Ю.Д., Жильцов С.Ф., Зайцев С.Д. Введение в химию полимеров: Учебное пособие. СПб.: Лань, 2014. 224 с.

## Changes in the Spectral Characteristics of Some Polymeric Materials in the Frequency Range from 0.2 to 2 THz as a Result of Exposure to a Megawatt Flux of Submillimeter Radiation of Microsecond Duration

A. V. Arzhannikov<sup>1,\*</sup>, S. L. Sinitsky<sup>1</sup>, D. A. Samtsov<sup>1</sup>, P. V. Kalinin<sup>1</sup>, S. A. Kuznetsov<sup>1</sup>, V. D. Stepanov<sup>1</sup>, S. S. Popov<sup>1</sup>, E. S. Sandalov<sup>1</sup>, M. G. Atlukhanov<sup>1</sup>, A. V. Stankevich<sup>2,3</sup>, A. V. Pestov<sup>3</sup>, N. A. Nikolaev<sup>4</sup>, A. A. Rybak<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Budker Institute of Nuclear Physics SB RAS, Novosibirsk, 630090 Russia

<sup>2</sup>Russian Federal Nuclear Center – Zababakhin All-Russia Research Institute of Technical Physics, Snezhinsk, 456770 Russia

<sup>3</sup>Postovsky Institute of Organic Synthesis UrB RAS, Ekaterinburg, 620990 Russia

<sup>4</sup>Institute of Automation and Electrometry SB RAS, Novosibirsk, 630090 Russia

\*e-mail: A.V.Arzhannikov@inp.nsk.su

The effect of exposure to pulsed megawatt submillimeter (0.1–0.4 THz) radiation fluxes on the spectral characteristics of some thin-film polymer materials in the frequency range from 0.2 to 2 THz has been registered. The polymer samples have been characterized using technical solutions within the framework of time-domain-spectroscopy and BWO spectroscopy. For the exposure, a radiation flux in the submillimeter wavelength range with duration of about 4  $\mu$ s generated during beam-plasma interaction at the GOL–PET facility (BINP SB RAS) has been used. Relative changes in the real part of the permittivity of individual polyvinylidene fluoride samples is found to reach a level of 0.5 with an initial value of about 3.0, while for polyvinyl chloride samples no changes in this parameter have been registered. At the same time, for polyurea individual samples, both significant changes in this parameter and its insignificant changes as a result of exposure have been observed. The results of the experiments provide a basis for using thin-film polymeric materials as substrates for samples of supramolecular complexes, which during research will be exposed to powerful pulsed radiation fluxes in the submillimeter wavelength range.

**Keywords:** supramolecular complexes, submillimeter radiation, time-domain spectroscopy, BWO spectroscopy, phonon vibrations.