

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **035419**

(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2020.06.10

(51) Int. Cl. *C07K 16/18* (2006.01)

(21) Номер заявки
201692504

(22) Дата подачи заявки
2015.05.29

(54) ТРИСПЕЦИФИЧНЫЕ СВЯЗЫВАЮЩИЕ МОЛЕКУЛЫ И СПОСОБЫ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

(31) 62/004,571; 62/008,229; 62/107,824

(56) US-A1-20140099318

(32) 2014.05.29; 2014.06.05; 2015.01.26

US-A1-20100291112

(33) US

US-A1-20130295098

(43) 2017.05.31

(86) PCT/US2015/033076

(87) WO 2015/184203 2015.12.03

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
МЭКРОУДЖЕНИКС, ИНК. (US)

(72) Изобретатель:
**Джонсон Лесли С., Хуан Лин, Чичили
Гурунад Редди, Шах Калпана, Лам
Чи-Ин Као, Бёрк Стивен Джеймс,
Лиу Лицинь, Мур Пол А., Бонвини
Эзю, Барат Бхасвати (US)**

(74) Представитель:
Фелицына С.Б. (RU)

(57) Изобретение относится к триспецифичным связывающим молекулам, которые представляют собой мультицепочечные полипептидные молекулы, которые обладают тремя связывающими доменами и, таким образом, способны опосредовать скоординированное связывание с тремя эпитопами. Связывающие домены могут быть выбраны таким образом, чтобы триспецифичные связывающие молекулы были способны связываться с любыми тремя различными эпитопами. Такие эпитопы могут представлять собой эпитопы одного и того же антигена или эпитопы двух или трех различных антигенов. В предпочтительном воплощении один из таких эпитопов будет способен связываться с CD3, второй из таких эпитопов будет способен связываться с CD8, а третий из таких эпитопов будет способен связываться с эпитопом антигена, ассоциированного с заболеванием. В изобретении также предлагается новое ROR1-связывающее антитело, а также его производные и применения таких композиций.

035419 B1

035419 B1

Перекрестная ссылка на родственные заявки

Данная заявка претендует на приоритет патентных заявок США №№ 62/008229 (поданной 5 июня 2014 г.; рассматривается), 62/004571 (поданной 29 мая 2014 г.; рассматривается) и 62/107824 (поданной 26 января 2015 г.), каждая из которых включена в настоящее описание ссылкой во всей полноте.

Ссылка на список последовательностей

Эта заявка включает один или несколько списков последовательностей в соответствии с 37 CFR 1.821 и далее, которые раскрыты в машиночитаемом носителе (название файла 1301_0114PCT_Sequence_Listing_ST25.txt, созданный 18 мая 2015 г. и имеющий размер 244021 байт), этот файл включен в данное описание ссылкой во всей полноте.

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к триспецифичным связывающим молекулам, которые представляют собой мультицепочечные полипептидные молекулы, которые обладают тремя связывающими доменами и, таким образом, способны опосредовать скоординированное связывание с тремя эпитопами. Связывающие домены могут быть выбраны таким образом, чтобы триспецифичные связывающие молекулы были способны связывать любые три различных эпитопа. Такие эпитопы могут быть эпитопами одного и того же антигена или эпитопами из двух или трех различных антигенов. В предпочтительном варианте один из таких эпитопов будет способен связываться с CD3, второй из таких эпитопов будет способен связываться с CD8, а третий из таких эпитопов будет способен связываться с эпитопом антигена, ассоциированного с заболеванием. В изобретении также предлагается новое ROR1-связывающее антитело, а также его производные и применение таких композиций.

Предшествующий уровень техники

I. Иммунная система млекопитающих.

Иммунная система млекопитающих служит защитой от различных состояний, в том числе, например, травмы, инфекции и новообразования. Эффективность, с которой у людей и других млекопитающих развивается иммунологический ответ на патогены, чужеродные вещества и антигены злокачественной опухоли опирается на две характеристики: изысканную специфичность иммунного ответа для распознавания антигена, и иммунологическую память, которая позволяет быстрее и более энергично отвечать при повторной активации тем же антигеном (Portolés P. et al. (2009) "The TCR/CD3 Complex: Opening the Gate to Successful Vaccination" Current Pharmaceutical Design 15:3290-3300; Guy, C.S. et al. (2009) "Organization of Proximal Signal Initiation at the TCR:CD3 Complex", Immunol Rev. 232(1):7-21).

Иммунная система млекопитающих опосредуется двумя отдельными, но взаимосвязанными системами: клеточной и гуморальной иммунными системами. Вообще говоря, гуморальная система опосредуется растворимыми продуктами (антитела или иммуноглобулины), которые имеют возможность комбинировать с продуктами, признанными системой как инородные организму, и нейтрализовать их. В противоположность этому клеточная иммунная система предполагает мобилизацию определенных клеток, называемых "Т-клетки", которые выполняют различные терапевтические роли. Т-клетки представляют собой лимфоциты, которые происходят из тимуса и циркулируют между тканями, лимфатической системой и системой кровообращения. В ответ на присутствие и распознавание инородных структур (антигенов), Т-клетки становятся "активированными" для инициации иммунного ответа. Во многих случаях эти чужеродные антигены экспрессируются на клетках-хозяевах в результате неоплазии или инфекции. Хотя Т-клетки сами не секретируют антитела, они, как правило, требуются для секреции антитела вторым классом лимфоцитов, В-клетками (которые происходят из костного мозга). Чрезвычайно важно то, что Т-клетки проявляют необычайную иммунологическую специфичность таким образом, что способны отличать один антиген от другого). Два типа Т-клеток, "Т-хелперные клетки" и "цитотоксические Т-клетки", имеют особое значение.

Т-хелперы характеризуются экспрессией гликопротеина, CD4 (т.е. они являются CD4⁺). CD4⁺ Т-клетки являются основными организаторами большинства иммунных и аутоиммунных реакций млекопитающих (Dong, C. et al. (2003) "Immune Regulation by Novel Costimulatory Molecules" Immunolog. Res. 28(1):39-48). Было обнаружено, что активация CD4⁺ Т-клеток опосредована костимуляторными взаимодействиями между антигеном: молекулой главного комплекса гистосовместимости класса II (МНС II), которые развернуты на поверхности антиген-презентирующей клетки (такой как В-клетка, макрофаг или дендритная клетка), и комплексом из двух молекул, Т-клеточного рецептора (TCR) и лиганда рецептора клеточной поверхности CD3, которые развернуты на поверхности наивных CD4⁺ Т-клеток. Активированные Т-хелперы способны пролиферировать в клетки Th1, которые способны опосредовать воспалительный ответ на клетки-мишени.

Цитотоксические Т-клетки характеризуются экспрессией CD8 (т.е. они являются CD8⁺ и CD3⁺). Было обнаружено, что активация CD8⁺ Т-клеток опосредуется через костимуляторные взаимодействия антигеном: молекулой главного комплекса гистосовместимости класса I (МНС I), которые развернуты на поверхности клетки-мишени, и комплекса CD8 и Т-клеточного рецептора, которые развернуты на поверхности CD8⁺ Т-клетки. В отличие от молекул МНС II, которые экспрессируются только определенными клетками иммунной системы, молекулы МНС I экспрессируются очень широко. Таким образом, цитотоксические Т-клетки способны связываться с широким спектром типов клеток. Активированные

цитотоксические Т-клетки опосредуют гибель клеток, высвобождая цитотоксины, перфорин, гранзимы и гранулизин. Благодаря действию перфорина гранзимы входят в цитоплазму клетки-мишени, и их серин-протеазная функция запускает каскад каспаз, которые представляют собой ряд цистеиновых протеаз, что в конечном итоге приводит к апоптозу (запрограммированной гибели клеток) клеток-мишеней.

Т-клеточный рецептор (TCR) представляет собой ковалентно связанный гетеродимер α и β цепей (TCR $\alpha\beta$). Эти цепи представляют собой мембранные полипептиды класса I длиной 259 (α) и 296 (β) аминокислот. Молекула CD3 представляет собой Т-клеточный корецептор, состоящий из пяти различных полипептидных цепей (CD3 γ -цепь, а CD3 δ -цепь, две CD3 ϵ -цепи и две ζ -цепи). Отдельные полипептидные цепи, объединяясь, образуют комплекс из трех димеров ($\epsilon\gamma$, $\epsilon\delta$, $\zeta\zeta$) (Wucherpfennig, K.W. et al. (2010) "Structural Biology Of The T Cell Receptor: Insights into Receptor Assembly, Ligand Recognition, и Initiation of Signaling" Cold Spring Harb. Perspect. Biol. 2(4):a005140; pages 1-14; Chetty, R. et al. (1994) "CD3: Structure, Function And The Role Of Immunostaining In Clinical Practice" J. Pathol. 173:303-307; Guy, C.S. et al. (2009) "Organization of Proximal Signal Initiation at the TCR:CD3 Complex," Immunol Rev. 232(1):7-21; Call, M.E. et al. (2007) "Common Themes In The Assembly And Architecture Of Activating Immune Receptors" Nat. Rev. Immunol. 7:841-850; Weiss, A. (1993) "T Cell Antigen Receptor Signal Transduction: A Tale Of Tails And Cytoplasmic Protein-Tyrosine Kinases" Cell 73:209-212).

CD3-комплекс ассоциируется с TCR для образования сигнала активации в Т-лимфоцитах. В отсутствие CD3 TCR не собирается должным образом и деградирует (Thomas, S. et al. (2010) "Molecular Immunology Lessons From Therapeutic T Cell Receptor Gene Transfer" Immunology 129(2): 170-177). CD3 обнаруживается связанным с мембранами всех зрелых Т-клеток и практически ни с одним другим типом клеток (см., Janeway, C.A. et al. (2005) In: Immunobiology: The Immune System In Health And Disease, 6th ed. Garland Science Publishing, NY, pp. 214-216; Sun, Z.J. et al. (2001) "Mechanisms Contributing To T Cell Receptor Signaling And Assembly Revealed By The Solution Structure Of An Ectodomain Fragment Of The CD3 ϵ : γ Heterodimer", Cell 105(7):913-923; Kuhns, M.S. et al. (2006) "Deconstructing The Form And Function Of The TCR/CD3 Complex" Immunity. 2006 Feb; 24(2):133-139).

Комплекс TCR и CD3, вместе CD3 ζ -цепью (также известной как T3 дзета цепь Т-клеточного рецептора или CD247) составляют TCR-комплекс (van der Merwe, P.A. etc. (epub Dec. 3, 2010) "Mechanisms For T Cell Receptor Triggering", Nat. Rev. Immunol. 11:47-55; Wucherpfennig, K.W. et al. (2010) "Structural Biology of the T cell Receptor: Insights into Receptor Assembly, Ligand Recognition, и Initiation of Signaling" Cold Spring Harb. Perspect. Biol. 2:a005140). Комплекс имеет особое значение, так как он содержит большое количество (десять) активационных тирозинсодержащих мотивов иммунорецепторов (ITAM).

Два взаимодействия необходимы для активации Т-клеток (Viglietta, B. et al. (2007) "Modulating Co-Stimulation" Neurotherapeutics 4:666-675; Korman, A.J. et al. (2007) "Checkpoint Blockade in Cancer Immunotherapy" Adv. Immunol. 90:297-339). В первом взаимодействии клетка должна демонстрировать релевантный антиген, связанный с главным комплексом гистосовместимости, так, чтобы он мог связываться с Т-клеточным рецептором (TCR) наивного Т-лимфоцита. Во втором взаимодействии лиганд клетки должен связываться с корецептором Т-лимфоцита (Dong, C. et al. (2003) "Immune Regulation by Novel Costimulatory Molecules" Immunolog. Res. 28(1):39-48; Lindley, P.S. et al. (2009) "The Clinical Utility Of Inhibiting CD28-Mediated Costimulation" Immunol. Rev. 229:307-321). Т-клетки, испытывающие оба стимулирующих сигнала, затем способны реагировать на цитокины (такие как интерлейкин-2 и интерлейкин-12). При отсутствии обоих костимулирующих сигналов во время взаимодействия TCR, Т-клетки входят в функционально неуправляемое состояние, называемое клональной толерантностью (Khawli, L.A. et al. (2008) "Cytokine, Chemokine, и Co-Stimulatory Fusion Proteins for the Immunotherapy of Solid Tumors" Exper. Pharmacol. 181:291-328). В патологических состояниях Т-клетки являются ключевыми игроками различных орган-специфичных аутоиммунных заболеваний, таких как диабет типа I, ревматоидный артрит и рассеянный склероз (Dong, C. et al. (2003) "Immune Regulation by Novel Costimulatory Molecules" Immunolog. Res. 28(1):39-48).

Необходимость двух сигналов для активации Т-клеток, приводящей к адаптивному иммунному ответу, как полагают, обеспечивает механизм для избежания ответов на аутоантигены, которые могут присутствовать на антиген-презентирующих клетках в тех местах в системе, где они могут быть распознаны Т-клеткой. Там, где контакт Т-клетки с клеткой приводит к образованию только одного из двух необходимых сигналов, Т-клетки не активируются и адаптивного иммунного ответа не происходит.

II. Антитела и другие эпитопсвязывающие молекулы.

A. Антитела.

"Антитела" представляют собой иммуноглобулиновые молекулы, способные специфически связываться с мишенью, например углеводом, полинуклеотидом, липидом, полипептидом и т.п. По меньшей мере один сайт распознавания антигена расположен в варибельном домене иммуноглобулиновой молекулы. При использовании в данном описании термин охватывает не только интактные поликлональные или моноклональные антитела, но и их мутанты, встречающиеся в природе варианты, слитые белки, содержащие часть антитела с сайтом распознавания антигена требуемой специфичности, гуманизированные антитела и химерные антитела, и любую другую модифицированную конфигурацию иммуноглобу-

линовой молекулы, которая содержит участок распознавания антигена требуемой специфичности. В данной заявке нумерация аминокислотных остатков легких и тяжелых цепей антител соответствует индексу EU как в Kabat et al. (1992) Sequences of Proteins of Immunological Interest, National Institutes of Health Publication № 91-3242. При использовании в данном описании "антигенсвязывающий фрагмент антитела" представляет собой часть антитела, имеющую по меньшей мере один участок распознавания антигена. При использовании в данном описании термин охватывает фрагменты (например, фрагменты Fab, Fab', F(ab')₂, Fv) и одноцепочечные молекулы (например, scFv).

Естественные антитела (такие как IgG-антитела) состоят из двух легких цепей, образующих комплекс с двумя тяжелыми цепями. Каждая легкая цепь содержит переменный домен (VL) и константный домен (CL). Каждая тяжелая цепь содержит переменный домен (VH), три константных домена (CH1, CH2 и CH3) и шарнирный домен, расположенный между CH1 и CH2-доменами. Основная структурная единица природных иммуноглобулинов (например, IgG), таким образом, является тетрамером, имеющим две легкие цепи и две тяжелые цепи, как правило, экспрессируясь в виде гликопротеина около 150000 Да. Аминоконцевая (N) часть каждой цепи включает переменную область примерно от 100 до 110 или более аминокислот, в первую очередь, ответственных за распознавание антигена. Карбоксиконцевая (C) часть каждой цепи определяет константную область, при этом легкие цепи имеют один константный домен, а тяжелые цепи, как правило, имеют три константных домена и шарнирную область. Таким образом, структура легких цепей молекулы IgG представляет собой n-VL-CL-с, а структура тяжелых цепей IgG представляет собой n-VH-CH1-H-CH2-CH3-с (где H представляет собой шарнирную область, а n и c представляют собой, соответственно, N-конец и C-конец полипептида).

Способность интактного, немодифицированного антитела (например, антитела IgG) к связыванию с эпитопом антигена зависит от наличия переменных доменов на легких и тяжелых цепях иммуноглобулина (т.е. VL-домен и VH-домен соответственно). Взаимодействие легкой цепи и тяжелой цепи антитела и, в частности, взаимодействие ее VL- и VH-доменов, образует один из эпитопсвязывающих участков антитела. Переменные области IgG молекулы состоят из гиперпеременных участков (CDR), которые содержат остатки в контакте с эпитопом, и не-CDR сегменты, называемые каркасными сегментами (FR), которые в целом поддерживают структуру и определяют позиционирование CDR-петель таким образом, чтобы осуществлять такой контакт (хотя определенные каркасные остатки могут также связываться с антигеном). Таким образом, VL- и VH-домены имеют структуру n-FR1-CDR1-FR2-CDR2-FR3-CDR3-FR4-с. Полипептиды, которые являются (или могут служить в качестве) первого, второго и третьего CDR легкой цепи антитела, в данном описании, соответственно, обозначены домен CDR_{L1}, домен CDR_{L2} и домен CDR_{L3}. Аналогичным образом, полипептиды, которые являются (или могут служить в качестве) первого, второго и третьего CDR тяжелой цепи антитела, в данном описании, соответственно, обозначены домен CDR_{H1}, домен CDR_{H2} и домен CDR_{H3}. Таким образом, термины домен CDR_{L1}, домен CDR_{L2}, домен CDR_{L3}, домен CDR_{H1}, домен CDR_{H2} и домен CDR_{H3} относятся к полипептидам, которые при введении в белок, приводят к тому, что белок становится способным связываться со специфическим эпитопом вне зависимости от того, является ли такой белок антителом, имеющим легкие и тяжелые цепи, или диателом, или одноцепочечной связывающей молекулой (например, ScFv, BiTe и т.д.), или белком другого типа. В отличие от таких антител конструктор ScFv содержит VL- и VH-домены антитела, находящиеся в одной полипептидной цепи, в которой домены отделены гибким линкером достаточной длины так, чтобы позволить самосборку двух доменов в функциональный участок связывания эпитопа. Если самосборка VL- и VH-доменов становится невозможной из-за недостаточной длины линкера (менее чем около 12 аминокислотных остатков), два из ScFv-конструкторов могут взаимодействовать друг с другом с образованием двухвалентной молекулы, в которой VL одной цепи ассоциирован с VH другой (рассмотрено в Marvin et al. (2005) "Recombinant Approaches To IgG-Like Bispecific Antibodies", Acta Pharmacol. Sin. 26:649-658).

В дополнение к их известным применениям в диагностике антитела, как было показано, могут быть полезными в качестве терапевтических агентов. За последние несколько десятилетий наблюдается возрождение интереса к терапевтическому потенциалу антител, и антитела стали одним из ведущих классов биотехнологически получаемых лекарственных средств (Chan, C.E. et al. (2009) "The Use Of Antibodies In The Treatment Of Infectious Diseases" Singapore Med. J. 50(7):663-666). Около 200 лекарственных средств на основе антител были одобрены для использования или находятся в стадии разработки.

Термин "моноклональное антитело" относится к гомогенной популяции антител, где моноклональное антитело состоит из аминокислот (встречающихся в природе и не встречающихся в природе), которые участвуют в избирательном связывании антигена. Моноклональные антитела являются высокоспецифичными, направленными против одного эпитопа (или антигенного сайта). Термин "моноклональное антитело" охватывает не только интактные моноклональные антитела и полноразмерные моноклональные антитела, но также их фрагменты (такие как Fab, Fab', F(ab')₂, Fv), одиночные цепи (ScFv), их мутанты, слитые белки, содержащие часть антитела, гуманизированные моноклональные антитела, химерные моноклональные антитела и любые другие модифицированные конфигурации иммуноглобулиновой молекулы, которые содержат участок распознавания антигена требуемой специфичности и имеют способность связываться с антигеном. Термин не должен быть ограничен в отношении источника антитела или

способа, которым оно получено (например, с помощью гибридом, фагового отбора, рекомбинантной экспрессии, трансгенных животных и т.д.). Термин включает цельные иммуноглобулины, их фрагменты и т.д., описанные выше в соответствии с определением "антитела". Способы получения моноклональных антител известны в данной области техники. Один из способов, который может быть использован, представляет собой способ Kohler, G. et al. (1975) "Continuous Cultures Of Fused Cells Secreting Antibody Of Predefined Specificity", *Nature* 256:495-497 или его модификации. Как правило, моноклональные антитела получают в мышах, крысах и кроликах. Эти антитела получают путем иммунизации животного иммуногенным количеством клеток, клеточных экстрактов или белковых препаратов, которые содержат целевой эпитоп. Иммуноген может представлять собой, без ограничения перечисленным, пептидные клетки, культивированные клеточные линии, злокачественные опухолевые клетки, белки, пептиды, нуклеиновые кислоты или ткани. Клетки, используемые для иммунизации, могут наращиваться в течение определенного периода времени (например, по меньшей мере, 24 ч) до их применения в качестве иммуногена. Клетки могут быть использованы в качестве иммуногенов сами по себе или в сочетании с неденатурирующим адьювантом, таким как RIBI (см., например, Jennings, V.M. (1995) "Review of Selected Adjuvants Used in Antibody Production", *ILAR J.* 37(3): 119-125).

В общем, клетки должны быть сохранены и предпочтительно быть жизнеспособными при использовании в качестве иммуногенов. Неповрежденные клетки позволяют иммунизированным животным лучше детектировать антигены, чем разрушенные клетки. Применение денатурирующих или жестких адьювантов, например адьюванта Фрейнда, может привести к разрушению клеток и, следовательно, это не рекомендуется. Иммуноген может быть введен несколько раз через определенные промежутки времени, например, дважды в неделю, или еженедельно, или может быть введен таким образом, чтобы поддерживать жизнеспособность в животном (например, в тканевом рекомбинанте). В ином случае существующие моноклональные антитела и любые другие эквивалентные антитела, которые являются иммуноспецифичными для требуемого патогенного эпитопа, могут быть секвенированы и получены рекомбинантно любыми способами, известными в данной области техники. В одном воплощении такое антитело секвенируют и полинуклеотидную последовательность затем клонируют в вектор для экспрессии или размножения. Последовательность, кодирующая представляющее интерес антитело, может быть сохранена в векторе в клетке-хозяине, и клетка-хозяин может быть затем размножена и заморожена для дальнейшего использования. Полинуклеотидная последовательность таких антител может быть использована для генетических манипуляций для создания химерного антитела, гуманизированного антитела или канинизированного антитела или для улучшения аффинности или других характеристик антитела. Общий принцип гуманизации антитела включает сохранение основной последовательности антигенсвязывающей части антитела с заменой остальной части нечеловеческого антитела на последовательности человеческого антитела. Есть четыре основных стадии для гуманизации моноклонального антитела. К ним относятся: (1) определение нуклеотидной и прогнозируемой аминокислотной последовательности исходных переменных доменов легкой и тяжелой цепей антитела; (2) конструирование гуманизированного антитела или канинизированного антитела, т.е. определение того, каркасный участок какого антитела будет использоваться в ходе процессов гуманизации или канинизации; (3) методологии/методы фактической гуманизации или канинизации и (4) трансфекция и экспрессия гуманизированного антитела. См., например, патенты США №№ 4816567, 5807715; 5866692; и 6331415.

Эпитопсвязывающий домен таких антител может включать либо полные переменные домены, слитые на константные домены, или только гиперпеременные участки (CDR), привитые на соответствующие каркасные области в переменных доменах. Антигенсвязывающие участки могут быть дикого типа или могут быть модифицированы с помощью одной или нескольких аминокислотных замен. Это исключает константную область как иммуноген у людей, но возможность иммунного ответа на инородные переменные области остается (LoBuglio, A.F. et al. (1989) "Mouse/Human Chimeric Monoclonal Antibody In Man: Kinetics And Immune Response", *Proc. Natl. Acad. Sci. (USA)*, 86:4220-4224). Другой подход ориентирован не только на обеспечении константных областей из человека, но и на модификации переменных областей, а также на то, чтобы изменить их как можно ближе к человеческой форме. Известно, что переменные области как тяжелой, так и легкой цепей содержат три гиперпеременные участка (CDR), которые изменяются в ответ на антигены, о которых идет речь, и определения способности связывания, между четырьмя каркасными областями (FRS), которые относительно консервативны в заданном виде и которые предположительно обеспечивают поддержку для CDR. Когда нечеловеческие антитела получают к конкретному антигену, переменные участки могут быть "видоизменены" или "гуманизированы" прививкой CDR, полученных из нечеловеческого антитела на FR, присутствующих в модифицируемом человеческом антителе. Применение такого подхода к различным антителам сообщалось Sato, K. et al. (1993) *Cancer Res* 53:851-856. Riechmann, L. et al. (1988) "Reshaping Human Antibodies for Therapy", *Nature* 332:323-327; Verhoeyen, M. et al. (1988) "Reshaping Human Antibodies: Grafting An Antilysozyme Activity", *Science* 239:1534-1536; Kettleborough, C.A. et al. (1991) "Humanization Of A Mouse Monoclonal Antibody By CDR-Grafting: The Importance Of Framework Residues On Loop Conformation", *Protein Engineering* 4:773-778; Maeda, H. et al. (1991) "Construction Of Reshaped Human Antibodies With HIV-Neutralizing Activity", *Human Antibodies Hybridoma* 2:124-134; Gorman, S.D. et al. (1991) "Reshaping A

Therapeutic CD4 Antibody", Proc. Natl. Acad. Sci. (USA), 88:4181-4185; Tempest, P.R. et al. (1991) "Reshaping A Human Monoclonal Antibody To Inhibit Human Respiratory Syncytial Virus Infection in vivo", Bio/Technology 9:266-271; Co, M.S. et al. (1991) "Humanized Antibodies For Antiviral Therapy", Proc. Natl. Acad. Sci. (USA), 88:2869-2873; Carter, P. et al. (1992) "Humanization Of An Anti-p185her2 Antibody For Human Cancer Therapy", Proc. Natl. Acad. Sci. (USA), 89:4285-4289; and Co, M.S. et al. (1992) "Chimeric And Humanized Antibodies With Specificity For The CD33 Antigen", J. Immunol. 148:1149-1154. В некоторых воплощениях гуманизированные антитела сохраняют все последовательности CDR (например, гуманизированное антитело мыши, которое содержит все шесть CDR из антител мыши). В других воплощениях гуманизированные антитела имеют один или несколько CDR (один, два, три, четыре, пять или шесть), которые различаются по последовательности относительно исходного антитела.

В. Биспецифичные антитела, мультиспецифичные диатела и диатела DART™.

Природные антитела, способны связываться только с одним видом эпитопа (т.е. они являются "моноспецифичными"), хотя они могут быть в состоянии связать несколько копий этого вида (т.е. они могут демонстрировать бивалентность или мультивалентность). Было разработано широкое разнообразие форматов рекомбинантных биспецифичных антител (см., например, публ. РСТ № WO 2008/003116, WO 2009/132876, WO 2008/003103, WO 2007/146968, WO 2007/146968, WO 2009/018386, WO 2012/009544, WO 2013/070565), большинство из которых используют линкерные пептиды, либо для слияния антительного ядра (IgA, IgD, IgE, IgG или IgM) с дополнительным связывающим белком (например, scFv, VL VH и т.д.) или в пределах антительного ядра, либо для слияния множественных антительных частей или для слияния (например, два Fab-фрагмента или ScFv) с доменом, способствующим гетеродимеризации, таким как домен CH2-CH3, или альтернативные полипептиды (WO 2005/070966, WO 2006/107786A WO 2006/107617 A, WO 2007/046893). Как правило, такие подходы предусматривают компромиссы и уступки. Например, публ. РСТ №№ WO 2013/174873, WO 2011/133886 и WO 2010/136172 раскрывают, что применение линкеров может вызвать проблемы в терапевтических планах, и сообщается, что триспецифичные антитела, в которых домены CL и CH1 переключаются из их соответствующих природных позиций, а VL- и VH-домены диверсифицируются (WO 2008/027236, WO 2010/108127) для того, чтобы дать им возможность связываться с более чем одним дополнительным антигеном. Таким образом, молекулы, описанные в этих документах, обменивают специфическое связывание на способность связывать дополнительные виды антигенов. Публикации РСТ №№ WO 2013/163427 и WO 2013/119903 раскрывают модификацию CH2-домена для включения слитого белкового аддукта, содержащего связывающий домен. В документе отмечается, что CH2-домен, вероятно, играет минимальную роль в опосредовании эффекторной функции. Публикации РСТ №№ WO 2010/028797, WO 2010/028796 и 2010/028795 раскрывают рекомбинантные антитела, у которых Fc-домены были заменены дополнительными VL- и VH-доменами для получения трехвалентных связывающих молекул. Публикации РСТ №№ WO 2003/025018 и WO 2003/012069 раскрывают рекомбинантные диатела, чьи отдельные цепи содержат домены ScFv. Публикация РСТ № WO 2013/006544 раскрывает поливалентные молекулы Fab, которые синтезируют в виде единой полипептидной цепи и затем подвергают протеолизу с получением гетеродимерных структур. Таким образом, молекулы, описанные в этих документах, обменивают все или некоторые способности опосредовать эффекторные функции на способность связывать дополнительные виды антигенов. Публикации РСТ №№ WO 2014/022540, WO 2013/003652, WO 2012/162583, WO 2012/156430, WO 2011/086091, WO 2007/075270, WO 1998/002463, WO 1992/022583 и WO 1991/003493 раскрывают добавление дополнительных связывающих доменов или функциональных групп с антителом или частью антитела (например, добавление диатела к легкой цепи антитела, либо добавления дополнительных VL- и VH-доменов к легким и тяжелым цепям антитела, либо добавление гетерологичного слитого белка или добавление в виде цепи множественных доменов Fab друг за другом). Таким образом, молекулы, описанные в этих документах, обменивают нативную структуру антитела на способность связывать дополнительные виды антигенов.

В данной области дополнительно отмечена возможность продуцировать диатела, которые отличаются от таких естественных антител в способности связывать два или большее количество различных видов эпитопов (например, демонстрировать биспецифичность или мультиспецифичность в дополнение к бивалентности или мультивалентности) (см., например, Holliger et al. (1993) "Diabodies: Small Bivalent And Bispecific Antibody Fragments", Proc. Natl. Acad. Sci. (USA) 90:6444-6448; US 2004/0058400 (Hollinger et al.); US 2004/0220388 (Mertens et al.); Alt et al. (1999) FEBS Lett. 454(1-2):90-94; Lu, D. et al. (2005) "A Fully Human Recombinant IgG-Like Bispecific Antibody To Both The Epidermal Growth Factor Receptor And The Insulin-Like Growth Factor Receptor For Enhanced Antitumor Activity", J. Biol. Chem. 280(20): 19665-19672; WO 02/02781 (Mertens et al.); Olafsen, T. et al. (2004) "Covalent Disulfide-Linked Anti-CEA Diabody Allows Site-Specific Conjugation And Radiolabeling For Tumor Targeting Applications", Protein Eng Des Sel. 17(1):21-27; Wu, A. et al. (2001) "Multimerization Of A Chimeric Anti-CD20 Single-chain Fv-Fv Fusion Protein Is Mediated Through Variable Domain Exchange", Protein Engineering 14(2): 1025-1033; Asano et al. (2004) "A Diabody For Cancer Immunotherapy And Its Functional Enhancement By Fusion Of Human Fc Domain", Abstract 3P-683, J. Biochem. 76(8):992; Takemura, S. et al. (2000) "Construction Of A Diabody (Small Recombinant Bispecific Antibody) Using A Refolding System", Protein Eng. 13(8):583-588; Baeuerle,

P. A. et al. (2009) "Bispecific T-Cell Engaging Antibodies For Cancer Therapy", *Cancer Res.* 69(12):4941-4944).

Конструкция диатела основывается на структуре одноцепочечных фрагментов вариабельных доменов (scFv). Такие молекулы получают путем связывания вариабельных доменов легкой и/или тяжелой цепи друг с другом через короткий связующий пептид. Bird et al. (1988) ("Single-Chain Antigen-Binding Proteins", *Science* 242:423-426) описывает пример связывающих пептидов, которые перекрывают приблизительно 3,5 нм между карбоксильным концом одного вариабельного домена и аминоконцом другого вариабельного домена. Линкеры с другими последовательностями были разработаны и использованы (Bird et al. (1988) "Single-Chain Antigen-Binding Proteins", *Science* 242:423-426). Линкеры, в свою очередь, могут быть изменены для дополнительных функций, таких как прикрепление лекарственных средств или прикрепления к твердым носителям. Одноцепочечные варианты могут быть получены либо рекомбинантно, либо синтетически. Для синтетического производства ScFv может быть использован автоматизированный синтезатор. Для рекомбинантного получения ScFv подходящая плаزمид, содержащая полинуклеотид, который кодирует ScFv, может быть введена в подходящую клетку-хозяин, либо эукариотическую, такую как дрожжи, клетка растений, насекомых или млекопитающих, либо прокариотическую, такую как *E. coli*. Полинуклеотиды, таких как лигирование полинуклеотидов. Полученный ScFv может быть выделен с использованием стандартных методов очистки белков, известных в данной области техники.

Патент США 7585952 и патентная публикация США № 2010-0173978 относятся к молекулам scFv, которые иммуноспецифичны к ErbB2. Были описаны биспецифические активаторы Т-клеток (Bi-specific T cell engagers, "BiTEs"), тип молекулы scFv (WO 05/061547; Baeuerle, P. et al. (2008) "BiTE: A New Class Of Antibodies That Recruit T Cells", *Drugs of the Future* 33: 137-147; Bargou, et al. 2008) "Tumor Regression in Cancer Patients by Very Low Doses of T Cell-Engaging Antibody", *Science* 321: 974-977). Такие молекулы состоят из одной молекулы полипептидной цепи, имеющей два антигенсвязывающих домена, один из которых иммуноспецифично связывается с эпитопом CD3, а второй из которых иммуноспецифично связывается с антигеном, присутствующим на поверхности клетки-мишени.

Предоставление немоноспецифичных диател обеспечивает существенное преимущество: способность колигировать и колокализировать клетки, которые экспрессируют различные эпитопы. Бивалентные диатела, таким образом, имеют широкое применение, включая терапию и иммунодиагностику. Бивалентность допускает большую гибкость при проектировании и конструировании диатела в различных применениях, обеспечивая повышенную avidность к мультимерным антигенам, перекрестную связь различных антигенов и направленное нацеливание на специфические клеточные типы на основании наличия обоих антигенов-мишеней. Из-за их более высокой валентности, низкой скорости диссоциации и быстрого выведения из кровотока (для диатела малого размера, на уровне или ниже ~50 кДа), молекулы диатела, известные в данной области, также показали конкретное применение в области визуализации опухолей (Fitzgerald et al. (1997) "Improved Tumour Targeting By Disulphide Stabilized Diabodies Expressed In *Pichia pastoris*", *Protein Eng.* 10:1221). Особое значение имеет совместное лигирование разных клеток, например перекрестное сшивание цитотоксических Т-клеток с опухолевыми клетками (Staerz et al. (1985) "Hybrid Antibodies Can Target Sites For Attack By T Cells", *Nature* 314:628-631, and Holliger et al. (1996) "Specific Killing Of Lymphoma Cells By Cytotoxic T-Cells Mediated By A Bispecific Diabody", *Protein Eng.* 9:299-305).

Двухвалентные эпитопсвязывающие домены могут быть направлены на поверхностную детерминанту любой иммунной эффекторной клетки, такой как CD3, CD16, CD32, CD64 и т.п., которые экспрессируются на Т-лимфоцитах, естественных киллерах (NK) или других мононуклеарных клетках. Во многих исследованиях также было обнаружено, что связывание диатела с детерминантами эффекторных клеток, например Fcγ-рецепторами (FcγR), активирует эффекторные клетки (Холлигер et al. (1996) "Specific Killing Of Lymphoma Cells By Cytotoxic T-Cells Mediated By A Bispecific Diabody", *Protein Eng.* 9:299-305; Holliger et al. (1999) "Carcinoembryonic Antigen (CEA)-Specific T-cell Activation In Colon Carcinoma Induced By Anti-CD3 X Anti-CEA Bispecific Diabodies And B7 X Anti-CEA Bispecific Fusion Proteins", *Cancer Res.* 59:2909-2916; WO 2006/113665; WO 2008/157379; WO 2010/080538; WO 2012/018687; WO 2012/162068). Как правило, активация эффекторных клеток инициируется связыванием антигенсвязанного антитела с эффекторной клеткой через взаимодействие Fc-FcγR; таким образом, в связи с этим, двухвалентные молекулы могут проявлять Ig-подобную функциональность независимо от того, содержат ли они Fc-домен (например, на основе любого функционального эффекторного анализа, известного в данной области, или приведенного в качестве примера в данном документе (например, ADCC-анализ)). Перекрестной сшивкой опухолевых и эффекторных клеток диатело не только приводит эффекторные клетки в непосредственную близость к опухолевым клеткам, но и приводит к эффективному уничтожению опухоли (см., например, Kao et al. (2003) "Bispecific Antibody Conjugates In Therapeutics", *Adv. Drug. Deliv. Rev.* 55:171-197).

Например, патент США № 6171586 относится к производству биспецифичных антител путем протеолитического расщепления двух антител для получения их F(ab')₂-фрагментов, восстановления таких фрагментов в условиях, которые предотвращают образование межмолекулярных дисульфидных связей, а

затем смешивания фрагментов для получения биспецифичных антител). Патенты США №№ 6551592; 6994853 и 8277806 и публ. РСТ №№ WO 2012/156430, WO 2002/020039, WO 2000/018806 и WO 1998/003670 касаются получения триспецифичных антител, способных одновременно связываться с Т-клетками и другими антигенами на опухолевой клетке, и через Fc-часть биспецифичного антитела с Fc-рецептором клеток, обладающих таким рецептором. Публикации РСТ №№ WO 2000/018806, WO 1998/003670 и WO 2006/072152 касаются производства триспецифичных антител, способных одновременно связываться с Т-клетками и другими антигенами. Публикация патента США № 2008-0057054 раскрывает биспецифичные конъюгаты, специфичные для связывающего элемента против олигомеров β -амилоида и связывающего элемента против трансмембранного белка теленцефалина. Публикация пат. США № 2010-0291112 касается биспецифичных и триспецифичных одноцепочечных молекул Fv, которые специфически связываются с одним (или двумя) опухолевым антигеном(ами) и антигеном эффекторных клеток (например, CD3, CD16, CD32, CD64 и т.д.).

В публ. РСТ №№ WO 1999/042597 и WO 1998/006749 раскрывают производные антител, которые включают домены связывания главного комплекса гистосовместимости человека, вместе или без связанных МНС-связывающих пептидов. Публикация РСТ № WO 02/072141 касается мультиспецифичных связывающих молекул, чьи скорости ассоциации (скорости, с которыми они связываются с молекулами-мишенями) и скорости диссоциации (скорости, с которыми они высвобождают молекулы-мишени) отличаются тем, что преимущественно связываются с одной мишенью по сравнению с их связыванием с другой такой молекулой-мишенью. Триспецифичные молекулы, например молекулы, имеющие одновалентную первую часть, которая представляет собой анти-CD3 или анти-CD28-антитело, и вторую часть, содержащую двухвалентную группу, демонстрирующую иммунную функцию, которая иммуноспецифично связывается с одним или несколькими целевыми лигандами на целевой пораженной клетке или иммунной клетке.

Патент США № 7695936 и патентная публикация 2007/0196363 относятся к биспецифичным антителам, которые образуются из тяжелых цепей двух антител, одно из которых обладает выступающей частью, сконструированной на его тяжелой цепи, а второе из которых обладает комплементарной полостью, сконструированной на его тяжелой цепи. Присутствие таких дополнительных "выступов" и "углублений", как сообщается, преимущественно образует биспецифичные гетероантитела (имеющие одну тяжелую цепь каждого такого антитела) по сравнению с моноспецифичными гомоантителами, которые содержат две тяжелые цепи одного и того же антитела. Предложены различные биспецифичные гетероантитела, в том числе и те, которые являются иммуноспецифичными для CD3 и антигена опухолевых клеток. Также предложены различные триспецифичные гетероантитела, в том числе такие, которые являются иммуноспецифичными для CD3, CD8 и CD37 (трансмембранный белок, экспрессируемый преимущественно на В-клетках, которые участвуют в регуляции пролиферации Т-клеток (Robak, T. et al. (2014) "Anti-CD37 Antibodies For Chronic Lymphocytic Leukemia", Expert Opin. Biol. Ther. 14 (5): 651-661), однако никакого механизма для их производства и раскрытия их структуры не предусмотрено.

Публикация РСТ WO 2012-162561 касается биспецифических, тетравалентных связывающих молекул, которые включают два полипептида, каждый из которых состоит из двух двухвалентных структур, разделенных промежуточным CH2-CH3 доменом. Этот документ также относится к четырехвалентным связывающим молекулам, состоящим из четырех полипептидных цепей, в которых две из полипептидных цепей содержат переменные домены легкой и тяжелой цепей для двух антигенов, и где остальные две полипептидные цепи содержат комплементарные переменные домены тяжелой цепи и переменные домены легкой цепи для антигенов и концевой CH2-CH3-домен. Биспецифичные, тетравалентные связывающие молекулы образуются через ассоциацию их соответствующих CH2-CH3-доменов. В конструкции из четырех полипептидных цепей "легкие" цепи не ковалентно связаны с тяжелыми цепями, что приводит к нестабильности (см. Lu, D. et al. (2005) "A Fully Human Recombinant IgG-Like Bispecific Antibody To Both The Epidermal Growth Factor Receptor And The Insulin-Like Growth Factor Receptor For Enhanced Antitumor Activity", J. Biol. Chem. 280(20): 19665-19672). В этом документе описан третий конструкт, в котором цепи изменяются для того, чтобы обеспечить такую ковалентную связь, но за счет устранения их биспецифичности (т.е. молекулы являются моноспецифичными). Раскрыты молекулы, имеющие специфичность к CD2, CD3, CD4, CD8, CD161, рецептору хемокинов, CD95, CCR5 и т.д. Биспецифичные молекулы, способные связываться как CD3, так и с CD8, не раскрыты.

Тем не менее, вышеуказанные преимущества подразумевают заметную стоимость. Формирование таких немоноспецифичных диател требует успешной сборки двух или более отдельных и различных полипептидов (т.е. такое образование требует, чтобы диатела формировались через гетеродимеризацию различных видов полипептидной цепи). Это отличается от моноспецифичных диател, которые образуются через гомодимеризации идентичных полипептидных цепей. Поэтому должно быть предусмотрено по меньшей мере два разнородных полипептида (например, два вида полипептидов) для того, чтобы сформировать немоноспецифичное диатело, и потому что из-за гомодимеризации таких полипептидов получаются неактивные молекулы (Takemura S. et al. (2000) "Construction Of A Diabody (Small Recombinant Bispecific Antibody) Using A Refolding System", Protein Eng. 13(8):583-588), производство таких полипептидов должно быть выполнено таким образом, чтобы предотвратить ковалентную связь между полипеп-

тидами одного вида (Takemura, S. et al. (2000) "Construction Of A Diabody (Small Recombinant Bispecific Antibody) Using A Refolding System", *Protein Eng.* 13(8):583-588). В данной области, таким образом, сообщается о нековалентной ассоциации таких полипептидов (см., например, Olafsen et al. (2004) "Covalent Disulfide-Linked Anti-CEA Diabody Allows Site-Specific Conjugation And Radiolabeling For Tumor Targeting Applications", *Prot. Engr. Des. Sel.* 17:21-27; Asano et al. (2004) "A Diabody For Cancer Immunotherapy And Its Functional Enhancement By Fusion Of Human Fc Domain", Abstract 3P-683, *J. Biochem.* 76(8):992; Takemura, S. et al. (2000) "Construction Of A Diabody (Small Recombinant Bispecific Antibody) Using A Refolding System", *Protein Eng.* 13(8):583-588; Lu, D. et al. (2005) "A Fully Human Recombinant IgG-Like Bispecific Antibody To Both The Epidermal Growth Factor Receptor And The Insulin-Like Growth Factor Receptor For Enhanced Antitumor Activity", *J. Biol. Chem.* 280(20): 19665-19672).

Тем не менее, в данной области признано, что биспецифичные диатела, состоящие из нековалентно связанных полипептидов неустойчивы и легко распадаются на нефункциональные мономеры (см., например, Lu, D. et al. (2005) "A Fully Human Recombinant IgG-Like Bispecific Antibody To Both The Epidermal Growth Factor Receptor And The Insulin-Like Growth Factor Receptor For Enhanced Antitumor Activity", *J. Biol. Chem.* 280(20): 19665-19672).

Перед лицом этой проблемы в данной области удалось создать стабильные, ковалентно связанные гетеродимерные немоноспецифичные диатела, обозначенные как DART™ (см., например, публикации патентов США №№ 2013-0295121; 2010-0174053 и 2009-0060910; публикации европейских патентов №№ EP 2714079, EP 2601216, EP 2376109, EP 2158221 и публ. PCT №№ WO 2012/162068, WO 2012/018687, WO 2010/080538, и Moore, P.A. et al. (2011) "Application Of Dual Affinity Retargeting Molecules To Achieve Optimal Redirected T-Cell Killing Of B-Cell Lymphoma", *Blood* 117(17):4542-4551; Veri, M.C. et al. (2010) "Therapeutic Control Of B Cell Activation Via Recruitment Of Fcγ3 Receptor IIb (CD32B) Inhibitory Function With A Novel Bispecific Antibody Scaffold", *Arthritis Rheum.* 62(7): 1933-1943; Johnson, S. et al. (2010) "Effector Cell Recruitment With Novel Fv-Based Dual-Affinity Re-Targeting Protein Leads To Potent Tumor Cytolysis And in vivo B-Cell Depletion", *J. Mol. Biol.* 399(3):436-449). Такие диатела содержат два или более полипептидов, ковалентно связанных с образованием комплекса, и включают конструирование одного или несколько остатков цистеина в каждый из используемых видов полипептидов, которые позволяют образование дисульфидных связей и тем самым образование ковалентной связи двух полипептидных цепей. Например, добавление остатка цистеина на С-конце таких конструкций, как было показано, обеспечивает дисульфидную связь между полипептидными цепями, стабилизацию получаемого гетеродимера, не мешая при этом свойствам связывания двухвалентной молекулы.

Есть множество воплощений DART™. Каждый из двух полипептидов в простейшем воплощении DART™ состоит из трех доменов (фиг. 1A).

Первый полипептид содержит:

- (i) первый домен, который содержит связывающую область переменного домена легкой цепи первого иммуноглобулина (VL1),
- (ii) второй домен, который содержит связывающую область переменного домена тяжелой цепи второго иммуноглобулина (VH2), и
- (iii), третий домен, который содержит остаток цистеина (или цистеинсодержащий домен) и домен, способствующий гетеродимеризации, который служит для содействия гетеродимеризации со второй полипептидной цепью (фиг. 1B).

Остаток цистеина (или цистеинсодержащий домен) третьего домена служит для содействия ковалентного связывания первой полипептидной цепи со второй полипептидной цепью диатела.

Второй полипептид содержит:

- (i) комплементарный первый домен (VL2-содержащий домен),
- (ii) комплементарный второй домен (VH1-содержащий домен) и
- (iii) третий домен, содержащий остаток цистеина (или цистеинсодержащий домен) и, необязательно, комплементарный домен, способствующий гетеродимеризации, который образует комплекс с доменом, способствующим гетеродимеризации первой полипептидной цепи, с тем, чтобы содействовать гетеродимеризации с первой полипептидной цепью.

Остаток цистеина (или цистеинсодержащий домен) третьего домена второй полипептидной цепи служит для содействия ковалентному связыванию второй полипептидной цепи с первой полипептидной цепью диатела. Такие молекулы являются стабильными, сильнодействующими и обладают способностью связывать одновременно два или более антигенов. Они способны содействовать перенаправленному опосредованному Т-клетками уничтожению клеток, экспрессирующих антигены-мишени.

В одном воплощении третьи домены первого и второго полипептидов содержат остаток цистеина, который служит для связывания полипептидов через дисульфидную связь. Третий домен одного или обоих полипептидов может дополнительно обладать последовательностью CH2-CH3-домена так, что комплекс полипептидов диатела образует Fc-домен, который способен связываться с Fc-рецептором клеток (таких как В-лимфоциты, дендритные клетки, естественные клетки-киллеры, макрофаги, нейтрофилы, эозинофилы, базофилы и тучные клетки) (фиг. 2A-2B).

Было описано множество вариаций таких молекул (см., например, публикации патентов США №№ 2013-0295121; 2010-0174053 и 2009-0060910; публикации европейских патентов №№ EP 2714079, EP 2601216, EP 2376109, EP 2158221 и публ. PCT №№ WO 2012/162068, WO 2012/018687, WO 2010/080538). Эти Fc-несущие DART могут включать три полипептидные цепи (пример на фиг. 2B). Первая полипептидная цепь такого диатела содержит три домена: (i) VL1-содержащий домен, (ii) VH2-содержащий домен, (iii) домен, содержащий остаток цистеина (или цистеинсодержащий домен) и домен, способствующий гетеродимеризации, и (iv) остаток цистеина (или цистеинсодержащий домен) и CH3-CH2-домен. Вторая полипептидная цепь такого DART™ содержит: (i) VL2-содержащий домен, (ii) VH1-содержащий домен и (iii) домен, содержащий остаток цистеина (или цистеинсодержащий домен) и домен, способствующий гетеродимеризации, который способствует гетеродимеризации с первой полипептидной цепью. Остаток цистеина (или цистеинсодержащий домен) третьего домена второй полипептидной цепи служит для содействия ковалентному связыванию второй полипептидной цепи с первой полипептидной цепью диатела. Третий полипептид такого DART™ содержит остаток цистеина (или цистеинсодержащий домен) и CH2-CH3-домен. Таким образом, первая и вторая полипептидные цепи такого DART™ ассоциированы вместе для того, чтобы сформировать сайт связывания VL1/VH1, который способен связываться с эпитопом, и сайт связывания VL2/VH2, который способен связываться со вторым эпитопом. Первый и второй полипептиды связаны друг с другом через дисульфидную связь с участием остатков цистеина в пределах их соответствующих третьих доменов. Следует отметить, что первая и третья полипептидные цепи образуют комплекс друг с другом с образованием Fc-домена, который стабилизируют через дисульфидную связь. Такие диатела обладают повышенной активностью. Такие Fc-несущие DART™ могут иметь любую из двух ориентаций (табл. 1).

Таблица 1

Первая ориентация	3-я цепь	NH ₂ -CH2-CH3-COOH
	1-я цепь	NH ₂ -VL1-VH2-Cys-домен, способствующий гетеродимеризации-CH2-CH3-COOH
	2-я цепь	NH ₂ -VL2-VH1-Cys-домен, способствующий гетеродимеризации-COOH
Вторая ориентация	3-я цепь	NH ₂ -CH2-CH3-COOH
	1-я цепь	NH ₂ -CH2-CH3-VL1-VH2-Cys-домен, способствующий гетеродимеризации-COOH
	2-я цепь	NH ₂ -VL2-VH1-Cys-домен, способствующий гетеродимеризации-COOH

Еще более сложные диатела DART™, названные Ig-DART™ (фиг. 3A-3B) и диатела Fc-DART™ (фиг. 3C) были описаны (WO 2012/018687). Fc-DART™ имеют четыре полипептидные цепи. Первая и третья полипептидные цепи такого диатела содержат три домена: (i) VL1-содержащий домен, (ii) VH2-содержащий домен и (iii) домен, содержащий последовательность CH2-CH3. Второй и четвертый полипептид с Fc-DART™ содержат: (i) VL2-содержащий домен, (ii) VH1-содержащий домен и (iii) домен, способствующий гетеродимеризации и ковалентному связыванию с первой полипептидной цепью Fc-DART™. Третья и четвертая и первая и вторая полипептидные цепи могут быть одинаковыми или различными с тем, чтобы сделать возможным четырехвалентное связывание, которое является либо моноспецифичным, биспецифичным или тетраспецифичным. Такие более сложные молекулы DART™ обладают также цистеинсодержащими доменами, функция которых заключается в образовании ковалентно связанного комплекса. Диатела Fc-DART™ содержат домены CH1 и CL.

Альтернативные конструкции известны в данной области техники для применений, где целевой является четырехвалентная молекула, в которой Fc не требуется, включая, без ограничения перечисленным, четырехвалентные тандемные антитела, которые также называют "TandAb" (см., например, публикации патентов США №№ 2005-0079170, 2007-0031436, 2010-0099853, 2013-0189263, 2011-020667, публикации европейских патентов №№ EP 1078004, EP 2371866, EP 2361936 и EP 1293514; публ. PCT №№ WO 1999/057150, WO 2003/025018 и WO 2013/013700), которые образуются при гомодимеризации двух идентичных цепей, каждая из которых несет домены VH1, VL2, VH2 и VL2.

III. Перенаправленное уничтожение.

Как обсуждалось выше, взаимодействие между CD8, MHC I и T-клеточным рецептором приводят к активации цитотоксических T-клеток и их способности уничтожать соседние клетки. Биспецифичные диатела, которые связываются с CD3 и с антигеном злокачественной опухоли, могут быть использованы для колокализации цитотоксических CD8⁺ T-клеток в опухолевых клетках, приводя к "перенаправленному уничтожению" таких клеток (WO 2010/080538, WO 2012/018687, WO 2012/162068, US 2010/0174053, US 2013/0295121).

Тем не менее, усилия для лечения злокачественных опухолей или инфекционных заболеваний путем колокализации CD3⁺ T-клеток в очаге опухолевых или патогенных клеток не были полностью успешными. Антитела, которые нацелены на CD3, связываются как с CD3⁺CD8⁺ цитотоксическими T-клетками, так и с клетками CD3⁺CD4⁺ T-хелперами, что приводит к активации обоих типов клеток. Ци-

токины, продуцируемые активированными CD3⁺CD4⁺ Т-хелперами, однако вносят свой вклад в тяжелые побочные эффекты, например опасные для жизни цитокиновые бури (Ferran, C. et al. (1990) "Cytokine-Related Syndrome Following Injection Of Anti-CD3 Monoclonal Antibody: Further Evidence For Transient In Vivo T Cell Activation", Eur. J. Immunol. 20:509-515).

Кроме того, такие анти-CD3 антитела связываются с другими типами клеток, в том числе CD3⁺CD4⁻CD8⁻ двойными отрицательными Т-клетками и т.д., которые экспрессируют цитокины при активации (Johansson, Martina et al. (2003) "A Unique Population of Extrathymically Derived $\alpha\beta$ TCR⁺ CD4⁻ CD8⁻ T Cells with Regulatory Functions Dominates the Mouse Female Genital Tract", J. Immunol. 170:1659-1666; Blank, C. et al. (2003) "Absence of Programmed Death Receptor 1 Alters Thymic Development and Enhances Generation of CD4/CD8 Double-Negative TCR-Transgenic T Cells", J. Immunol. 171:4574-4581; McIntyre, M.S.F. et al. (2011) "Consequences Of Double Negative Regulatory T Cell And Antigen Presenting Cell Interaction On Immune Response Suppression", Intl. Immunopharmacol. 11:597-603), и которые подавляют цитотоксичность, опосредованную CD3⁺CD8⁺ Т-клетками (Hillhouse, E.E. (2013) "A Comprehensive Review Of The Phenotype And Function Of Antigen-Specific Immunoregulatory Double Negative T Cells", J. Autoimmun. 40:58-65).

Было высказано предположение, что выработка цитокинов, связанной с введением антител, которые нацелены на CD3, можно было бы избежать с помощью биспецифических антител, которые нацелены на CD8 и опухолевый антиген (Michalk, I. et al. (2014) "Characterization of a Novel Single-Chain Bispecific Antibody for Retargeting of T Cells to Tumor Cells via the TCR Co-Receptor CD8", PLOS One 9(4):e95517, pages 1-8). Поэтому были изучены анти-CD8 антитела для того, чтобы определить, будут ли они способны вызывать эффекторную функцию при использовании по отдельности. Clement, M. et al. сообщили, что шести из семи протестированных антител против человеческого CD8 не удалось активировать CD8⁺ Т-клетки, но что такая активация может быть достигнута с использованием очень высоких концентраций (10-100 мкг/мл) против антитела против человеческого CD8 "ОКТ8" (Clement, M. et al. (2011) "Anti-CD8 Antibodies Can Trigger CD8⁺ T Cell Effector Function In The Absence Of TCR Engagement And Improve Peptide-MHCI Tetramer Staining", J. Immunol. 187(2):654-663). Для такого эффекта требовалось кооперативное связывание с двумя молекулами CD8⁺, так как было обнаружено, что фрагменты ОКТ8 F(ab)₂ способны опосредовать данный эффект, в то время как ОКТ8 Fab оказались неспособными сделать это.

Таким образом, несмотря на такие исследования, цитокин-опосредованная токсичность, при которой уделяется внимание применению анти-CD4 или анти-CD8 антител, не полностью изучена. Исследования показали, что цитокиновая токсичность, наблюдаемая при введении анти-CD3-антитела, не устраняется истощением CD3⁺ CD4⁺ Т-клеток или путем удаления CD3⁺ CD8⁺ Т-клеток. Таким образом, как CD3⁺ CD4⁺ Т-клетки, так и CD3⁺ CD8⁺ Т-клетки способствуют токсическому воздействию анти-CD3 антитела, и относительно небольшое количество клеток необходимо для опосредования полного эффекта (Finck, B.K. et al. (1992) "The Role Of T-Cell Subsets In The Response To Anti-CD3 Monoclonal Antibodies", Clin Immunol Immunopathol. 1992 Dec; 65(3):234-41).

Кроме того, биспецифические антитела, которые нацелены на CD8 и опухолевый антиген, не являются специфичными для CD3⁺ CD8⁺ Т-клеток и опухолевых клеток, но скорее специфичны только для CD8⁺-клеток и опухолевых клеток. В частности, подмножество CD3⁻ CD8⁺ естественных киллеров (NK) будет мишенью такого антитела. Такие клетки, которые представляют собой большинство NK-клеток, являются мощными производителями цитокинов, и их активация, вероятно, будет способствовать цитокиновой буре. CD3⁻ CD8⁺ NK-клетки являются основным источником IFN- γ у HIV-1-инфицированных шимпанзе (Rodriquez, A.R. et al. (2007) "Influence Of Interleukin-15 On CD8⁺ Natural Killer Cells In Human Immunodeficiency Virus Type 1-Infected Chimpanzees", J. Gen. Virol. 88:641-651).

Следовательно, несмотря на все предыдущие достижения, остается потребность в улучшенных композициях, способных более энергично направлять иммунную систему организма на атаку клеток злокачественных опухолей или патоген-инфицированных клеток, особенно при более низких терапевтических концентрациях. Как подробно описано ниже, настоящее изобретение направлено на удовлетворение этой потребности путем предоставления триспецифичных связывающих молекул, которые связываются с (1) эпитопом CD3, (2) эпитопом CD8 и (3) эпитопом антигена, ассоциированного с заболеванием, который экспрессируется на клетке-мишени (особенно клетке злокачественной опухоли или патоген-инфицированной клетке) и опосредует скоординированному связыванию цитотоксических Т-клеток с клетками, презентующими антиген, ассоциированный с заболеванием.

Сущность изобретения

Настоящее изобретение относится к триспецифичным связывающим молекулам, которые являются полипептидными молекулами из нескольких цепей, и которые обладают тремя связывающими доменами и, таким образом, способны опосредовать скоординированное связывание с тремя эпитопами. Связывающие домены могут быть выбраны таким образом, что триспецифичные связывающие молекулы были способны связаться с любыми тремя различными эпитопами. Такие эпитопы могут представлять собой эпитопы одного и того же антигена или эпитопы из двух или трех различных антигенов. Изобретение также относится к новому ROR1-связывающему антителу и его производным и к применениям таких композиций.

Настоящее изобретение, в частности, относится к воплощению таких триспецифичных связывающих молекул, в которых три эпитопа выбраны таким образом, что один или два из таких эпитопов являются эпитопом(ами) клетки иммунной системы и, в особенности, клетки иммунной системы-цитотоксического лимфоцита (CTL), и в котором остальные эпитопы являлись эпитопами антигена, ассоциированного с заболеванием. Такие особенно предпочтительные триспецифичные связывающие молекулы способны локализовать цитотоксический лимфоцит на клетке, которая экспрессирует антиген, ассоциированный с заболеванием, и тем самым облегчают уничтожение клеток, которые экспрессируют антиген, ассоциированный с заболеванием. Антиген, ассоциированный с заболеванием, может быть антигеном злокачественной опухоли или может представлять собой антиген, который характерен для патогена (например, бактериальной, грибной, вирусной или протозойной) инфекции. Более конкретно, изобретение относится к таким триспецифичным связывающим молекулам, которые способны опосредовать скоординированное связывание с (1) эпитопом CD3, (2) эпитопом CD8 и (3) эпитопом антигена, ассоциированного с заболеванием. Путем связывания с CD3 и CD8 и с антигеном, ассоциированным с заболеванием, такие молекулы колокализуют цитотоксические Т-клетки и клетки, презентующие антиген, ассоциированный с заболеванием, что приводит к активации таких Т-клеток и инициации цитотоксической реакции против клеток, экспрессирующих антиген, ассоциированный с заболеванием.

Более подробно настоящее изобретение относится к триспецифичной связывающей молекуле, способной иммуноспецифично связываться с тремя различными эпитопами, где связывающая молекула, содержащая четыре различных полипептидных цепи, ковалентно объединенных в комплекс, включает:

(I) антигенсвязывающий домен I, который способен иммуноспецифично связываться с эпитопом I, присутствующим на первом антигене, и антигенсвязывающий домен II, который способен иммуноспецифично связываться с эпитопом II на втором антигене, где антигенсвязывающий домен I и антигенсвязывающий домен II, оба, являются связывающими доменами по типу диатела;

(II) антигенсвязывающий домен III, не принадлежащий к типу диатела, который способен иммуноспецифично связываться с эпитопом III на третьем антигене; и

(III) Fc-домен, который образуется за счет объединения друг с другом в комплекс двух CH₂-CH₃-доменов;

где первый, второй и третий антигены являются одинаковыми или независимо являются одинаковыми или отличными от других антигенов.

В частности, изобретение относится к воплощению такой триспецифичной связывающей молекулы, в которой один из эпитопа I, эпитопа II или эпитопа III представляет собой эпитоп клеточного рецептора.

Кроме того, изобретение относится к воплощениям таких триспецифичных связывающих молекул, в которых один из эпитопа I, эпитопа II или эпитопа III представляет собой эпитоп антигена, ассоциированного с заболеванием (и в особенности, когда антиген, ассоциированный с заболеванием, представляет собой антиген злокачественной опухоли, который расположен на поверхности злокачественной опухолевой клетки или представляет собой патогенный антиген, который расположен на поверхности патогена или патоген-инфицированной клетки).

В частности, изобретение относится к воплощению таких триспецифичных связывающих молекул, где Fc-домен способен связываться с Fc-рецептором, расположенным на поверхности клетки.

Изобретение, в частности, касается воплощений таких триспецифичных связывающих молекул, в которых один из эпитопа I, эпитопа II или эпитопа III представляет собой эпитоп CD3, второй из эпитопа I, эпитопа II или эпитопа III представляет собой эпитоп CD8, и третий из эпитопа I, эпитопа II или эпитопа III представляет собой эпитоп антигена, ассоциированного с заболеванием, и где антигенсвязывающие домены I, II и III триспецифичной связывающей молекулы опосредуют скоординированное связывание цитотоксической Т-клетки и клетки, экспрессирующей антиген, ассоциированный с заболеванием. Изобретение, в частности, относится к воплощениям таких триспецифичных связывающих молекул, где CD3, CD8 презентированы на поверхности Т-клетки, и где антиген, ассоциированный с заболеванием, презентирован на поверхности злокачественной опухолевой клетки, патогена или патоген-инфицированной клетки, и где иммуноспецифического связывания достаточно для колокализации CD3, CD8 и антигена, ассоциированного с заболеванием, тем самым облегчая активацию CD8 Т-клеток против клетки, презентующей антиген, ассоциированный с заболеванием.

Кроме того, изобретение относится к воплощению вышеописанных триспецифичных связывающих молекул, где связывающий домен III, не относящийся к типу диател, включает связывающий домен Fab-типа (VL_{III}/VH_{III}), который способен иммуноспецифично связываться с эпитопом III, и где молекула включает:

(A) первую полипептидную цепь

(I) которая содержит в направлении от N-конца к C-концу

(1) вариабельный домен легкой цепи иммуноглобулина, способного связываться с первым из трех эпитопов (VL_I);

(2) вариабельный домен тяжелой цепи иммуноглобулина, способного связываться со вторым из трех эпитопов (VH_{II});

(3) (a) первый цистеинсодержащий домен и домен, способствующий гетеродимеризации; или

- (b) цистеинсодержащий домен, способствующий гетеродимеризации;
- (5) второй цистеинсодержащий домен и
- (6) CH2- и CH3-домены IgG; или
- (II) который содержит в направлении от N-конца к C-концу
- (1) первый цистеинсодержащий домен;
- (2) CH2- и CH3-домены IgG;
- (3) переменный домен легкой цепи иммуноглобулина, способного связываться с первым из трех эпитопов (VL_I);
- (4) переменный домен тяжелой цепи иммуноглобулина, способного связываться со вторым из трех эпитопов (VH_{II});
- (5) (a) второй цистеинсодержащий домен и домен, способствующий гетеродимеризации; или
- (b) цистеинсодержащий домен, способствующий гетеродимеризации;
- (B) вторую полипептидную цепь, которая содержит в направлении от N-конца к C-концу
- (1) переменный домен легкой цепи иммуноглобулина, способного связываться со вторым из трех эпитопов (VL_{II});
- (2) переменный домен тяжелой цепи иммуноглобулина, способного связываться с первым из трех эпитопов (VH_I);
- (3) (a) первый цистеинсодержащий домен и домен, способствующий гетеродимеризации; или
- (b) цистеинсодержащий домен, способствующий гетеродимеризации;
- в котором домен, способствующий гетеродимеризации, второй полипептидной цепи комплементарен домену, способствующему гетеродимеризации, первой полипептидной цепи;
- (C) третью полипептидную цепь, которая содержит в направлении от N-конца к C-концу
- (1) переменный домен тяжелой цепи иммуноглобулина, способного связываться с третьим из трех эпитопов (VH_{III}); и
- (2) CH1-домен, цистеинсодержащий шарнирный домен и CH2-CH3-домен IgG; и
- (D), четвертую полипептидную цепь, которая содержит в направлении от N-конца к C-концу
- (1) переменный домен легкой цепи иммуноглобулина, способного связываться с третьим из трех эпитопов (VL_{III}); и
- (2) цистеинсодержащий константный домен легкой цепи (CL); где
- (i) домены VL_I и VH_I ассоциируются с образованием домена, способного связываться с первым эпитопом;
- (ii) домены VL_{II} и VH_{II} ассоциируются с образованием домена, способного связываться со вторым эпитопом;
- (iii) домены VL_{III} и VH_{III} ассоциируют с образованием домена, способного связываться с третьим эпитопом;
- (iv) CH2-CH3-домен первой полипептидной цепи и CH2-CH3-домен третьей полипептидной цепи ассоциируют с образованием Fc-домена;
- (v) первая и вторая полипептидные цепи ковалентно связаны друг с другом;
- (vi) первая и третья полипептидные цепи ковалентно связаны друг с другом; и
- (vii) третья и четвертая полипептидные цепи ковалентно связаны друг с другом.
- Кроме того, изобретение относится к воплощениям вышеописанных триспецифичных связывающих молекул, где
- (A) домен, способствующий гетеродимеризации, представляет собой E-спираль, а комплементарный домен, способствующий гетеродимеризации, представляет собой K-спираль; или
- (B) домен, способствующий гетеродимеризации, представляет собой K-спираль, а комплементарный домен, способствующий гетеродимеризации, представляет собой E-спираль.
- Кроме того, изобретение относится к воплощениям вышеописанных триспецифичных связывающих молекул, где
- (A) CH2-CH3-домены первой и третьей полипептидных цепей, каждый, имеют последовательность SEQ ID NO: 1, таким образом, что Fc-домен, образованный при их объединении, проявляет нормальную FcγR-опосредованную эффекторную функцию; или
- (B) CH2-CH3-домен первой и третьей полипептидных цепей содержит по меньшей мере одну аминокислотную замену по отношению к последовательности SEQ ID NO: 1, таким образом, что Fc-домен, образованный при их объединении, демонстрирует видоизмененную FcγR-опосредованную эффекторную функцию.
- Кроме того, изобретение относится к воплощению таких триспецифичных связывающих молекул, где CH2-CH3-домены первой и третьей полипептидных цепей отличаются друг от друга и имеют аминокислотную последовательность, выбранную из группы, состоящей из SEQ ID NO: 7 и SEQ ID NO: 8.
- Кроме того, изобретение относится к воплощениям вышеописанных триспецифичных связывающих молекул, где
- (A) эпитоп I, эпитоп II и эпитоп III, соответственно, представляют собой эпитоп CD3, эпитоп CD8 и

эпитоп антигена, ассоциированного с заболеванием;

(В) эпитоп I, эпитоп II и эпитоп III представляют собой, соответственно, эпитоп CD3, эпитоп антигена, ассоциированного с заболеванием, и эпитоп CD8;

(С) эпитоп I, эпитоп II и эпитоп III представляют собой, соответственно, эпитоп CD8, эпитоп CD3 и эпитоп антигена, ассоциированного с заболеванием;

(D) эпитоп I, эпитоп II и эпитоп III представляют собой, соответственно, эпитоп CD8, эпитоп антигена, ассоциированного с заболеванием, и эпитоп CD3;

(Е) эпитоп I, эпитоп II и эпитоп III представляют собой, соответственно, эпитоп антигена, ассоциированного с заболеванием, эпитоп CD3 и эпитоп CD8; или

(F) эпитоп I, эпитоп II и эпитоп III представляют собой, соответственно, эпитоп антигена, ассоциированного с заболеванием, эпитоп CD8 и эпитоп CD3.

Кроме того, изобретение относится к воплощениям вышеописанных триспецифичных связывающих молекул, где

(А) эпитоп CD3 представляет собой эпитоп CD3, распознаваемый антителом ОКТ3, M291, YTH12.5, CD3 mAb 1 или CD3 mAb 2; или

(В) эпитоп CD8 представляет собой эпитоп CD8, распознаваемый антителом TRX2 или ОКТ8.

Кроме того, изобретение относится к фармацевтической композиции, которая содержит описанную выше триспецифичную связывающую молекулу и фармацевтически приемлемый носитель, наполнитель или разбавитель.

Кроме того, изобретение относится к способу лечения злокачественной опухоли, который включает введение эффективного количества описанной выше фармацевтической композиции индивидууму, нуждающемуся в этом, где антиген, ассоциированный с заболеванием, является антигеном злокачественной опухоли.

Кроме того, изобретение относится к способу лечения заболевания, ассоциированного с присутствием патогена, причем способ включает введение эффективного количества фармацевтической композиции по п.15 индивидууму, нуждающемуся в этом, где антиген, ассоциированный с заболеванием, представляет собой антиген патогена.

Кроме того, изобретение относится к анти-ROR1 антителу или ROR1-связывающему фрагменту, где антитело содержит:

(А) переменный домен легкой цепи, который содержит CDR_{L1}, имеющий последовательность SEQ ID NO: 117, CDR_{L2}, имеющий последовательность SEQ ID NO: 118, и CDR_{L3}, имеющий последовательность SEQ ID NO: 119; и

(В) переменный домен тяжелой цепи, который содержит CDR_{H1}, имеющий последовательность SEQ ID NO: 120, CDR_{H2}, имеющий последовательность SEQ ID NO: 121, и CDR_{H3}, имеющий последовательность SEQ ID NO: 122.

Кроме того, изобретение относится к воплощениям такого анти-ROR1 антитела или ROR1-связывающего фрагмента, где антитело содержит переменный домен легкой цепи, имеющий последовательность SEQ ID NO: 51. Кроме того, изобретение дополнительно относится к воплощениям таких анти-ROR1 антител или ROR1-связывающих фрагментов, причем антитело содержит переменный домен тяжелой цепи, имеющий последовательность SEQ ID NO: 52, или одновременно переменный домен легкой цепи, имеющий последовательность SEQ ID NO: 51, и переменный домен тяжелой цепи, имеющий последовательность SEQ ID NO: 52.

Кроме того, изобретение относится к диателу, BiTe или одноцепочечному антителу, которые содержат ROR1-связывающий фрагмент по любому из таких пунктов анти-ROR1 антитела.

Кроме того, изобретение относится к фармацевтической композиции, которая содержит любое из описанных выше анти-ROR1 антител или ROR1-связывающих фрагментов и фармацевтически приемлемый носитель, наполнитель или разбавитель. Кроме того, изобретение относится к способу лечения злокачественной опухоли, который включает введение эффективного количества такой фармацевтической композиции индивидууму, нуждающемуся в этом.

Краткое описание чертежей

Фиг. 1А-1В демонстрируют схематическое представление областей диатела DART™. На фиг. 1А показано схематическое представление доменов основного диатела DART™. Фиг. 1В представляет собой схему ковалентно связанного диатела, состоящего из двух полипептидных цепей, каждая из которых имеет домен, способствующий гетеродимеризации, VL- и VH-домены, которые распознают один и тот же эпитоп, показаны с использованием одинакового затенения.

Фиг. 2А-2В обеспечивают схематическое изображение ковалентно связанных диател, состоящих из двух полипептидных цепей, каждая из которых имеет CH2- и CH3-домен (фиг. 2А) или в которых только одна имеет CH2- и CH3-домен (фиг. 2В), так, что связанные цепи образуют Fc-домен, который включает весь или часть встречающегося в природе Fc-домена. VL- и VH-домены, которые распознают один тот же эпитоп, показаны с использованием одинакового затенения.

Фиг. 3А-3С обеспечивают схематическое изображение, показывающие четырехвалентные диатела,

состоящие из двух пар полипептидных цепей. Пары являются различными, что дает биспецифичную молекулу, которая двухвалентна по отношению к каждому из двух эпитопов, в которых один эпитоп DR5, а другой эпитоп молекулы, присутствующей на поверхности эффекторной клетки. Один полипептид из каждой пары обладает CH2- и CH3-доменом, так что соответствующие цепи образуют Fc-домен, который включает все или часть встречающегося в природе Fc-домена. VL- и VH-домены, которые распознают один тот же эпитоп, показаны с использованием одинакового затенения. Только одна пара эпитопов (показаны одинаковой штриховкой) способна связываться с DR5. На фиг. 3А демонстрируется Ig-диатело. На фиг. 3В показано Ig-диатело, которое содержит E-спиральный и K-спиральный домены, способствующие гетеродимеризации. Фиг. 3С демонстрирует диатело Fc-DART™, которое содержит антигены CH1- и CL-домены. Обозначение "VL1" и "VH1" обозначают соответственно переменный домен легкой цепи и переменный домен тяжелой цепи, которые связывают "первый" эпитоп. Аналогичным образом, обозначение "VL2" и "VH2" обозначают, соответственно, переменный домен легкой цепи и переменный домен тяжелой цепи, которые связывают "второй" эпитоп.

Фиг. 4А-4L обеспечивают схематическое представление доменов предпочтительных триспецифичных связывающих молекул. Фиг. 4А и 4В, соответственно, схематически иллюстрируют домены предпочтительных триспецифичных связывающих молекул, в которых связывающий домен, не относящийся к типу диатела, из триспецифичных связывающих молекул представляет собой связывающий домен Fab-типа или домен, связывающий T-клеточный рецептор. Фиг. 4С и 4D, соответственно, схематически иллюстрируют домены предпочтительных триспецифичных связывающих молекул, имеющих различные ориентации доменов, в которых связывающий домен, не принадлежащий к типу диател, представляет собой связывающий домен Fab-типа или связывающий домен по типу T-клеточного рецептора. Фиг. 4Е-4J изображают похожие молекулы, имеющие три полипептидные цепи. Молекула может обладать шарнирным и CL-доменами (фиг. 4Е, 4Н) или может содержать альтернативный линкерный пептид (фиг. 4F, 4I). На фиг. 4К-4L изображены похожие молекулы, имеющие пять полипептидных цепей.

Фиг. 5А-5D демонстрируют способность триспецифичной связывающей молекулы В7-Н3 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 связываться с клетками-мишенями А498 (фиг. 5А) и клетками-мишенями JИМТ-1 (фиг. 5В), РВМС, которые селектированы по CD5⁺/CD4⁻ (фиг. 5С) и РВМС, которые селектированы по CD5⁺/CD4⁺ (фиг. 5D).

Фиг. 6А-6С демонстрируют способность триспецифичных связывающих молекул по настоящему изобретению опосредовать перенаправленное уничтожение клеток-мишеней. На фиг. 6А показаны результаты люциферазного анализа лизиса клеток JИМТ-1. На фиг. 6В показаны результаты LDH-анализа цитотоксичности на клетках JИМТ-1. На фиг. 6С показаны результаты LDH-анализа цитотоксичности на клетках А498.

Фиг. 7А-7D демонстрируют способность триспецифичных связывающих молекул по настоящему изобретению опосредовать активацию Т-клеток при инкубации с клетками JИМТ-1 (фиг. 7а: CD4/CD69 Т-клетки; фиг. 7В: CD4/CD25, Т-клетки; фиг. 7С: CD8/CD69 Т-клетки; фиг. 7D: CD8/CD25 Т-клетки).

Фиг. 8А-8D демонстрируют способность триспецифичных связывающих молекул по настоящему изобретению опосредовать активацию Т-клеток при инкубации с клетками А498 (фиг. 8А: CD4/CD69 Т-клетки; фиг. 8В: CD4/CD25 Т-клетки; фиг. 8С: CD8/CD69 Т-клетки; фиг. 8D: CD8/CD25, Т-клетки).

Фиг. 9А-9В демонстрируют клеточные популяции человеческих РВМС, селектированные по CD5⁺CD4⁺ (фиг. 9А) или по CD5⁺CD4⁻ (фиг. 9В) в зависимости от возрастающей концентрации триспецифичных связывающих молекул В7-Н3 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 или триспецифичных связывающих молекул В7-Н3 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 2. В7-Н3 X CD3 DART™ (с и без Fc-домена) использовали в качестве контроля.

Фиг. 10А-10С демонстрируют влияние различных CD8-связывающих доменов на цитотоксичность триспецифичной связывающей молекулы В7-Н3 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8.

Фиг. 11А-11С демонстрируют способность модулировать связывание триспецифичных связывающих молекул по настоящему изобретению путем выбора сайта А, сайта В или сайта С для CD3-связывающего домена. Используемые триспецифичные связывающие молекулы были способны иммуноспецифично связываться с антигеном В7-Н3, ассоциированным с заболеванием. Цитотоксичность измеряли с помощью люциферазного анализа.

Фиг. 12А-12С демонстрируют влияние позиционного отбора (сайт А, сайт В или сайт С) на цитотоксичность, опосредуемую триспецифичными связывающими молекулами по настоящему изобретению с использованием LDH-анализа.

Фиг. 13А-13Е демонстрируют влияние позиционной вариации на цитотоксичность с использованием триспецифичной связывающей молекулы В7-Н3 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1, А CD3 mAb 2/CD8 mAb 1/В7-Н3 mAb 1 и триспецифичной связывающей молекулы В7-Н3 mAb 1/CD8 mAb 1/CD3 mAb 2. В7-Н3 X CD3 DART™ с Fc-доменом использовали в качестве контроля.

Фиг. 14А-14В, размещение CD3-связывающего домена на сайте С значительно уменьшает связывание как с CD5⁺ CD4⁺ клетками (фиг. 14А), так и с CD5⁺ CD4⁻ клетками (фиг. 14В).

Фиг. 15А-15В демонстрируют клеточные популяции человеческих РВМС, селектированных по

CD5⁺ CD4⁺ (15A) или по CD5⁺ CD4⁻ (фиг. 15B) в зависимости от возрастающей концентрации триспецифичной связывающей молекулы 5T4 mAb 2/CD3-mAb 2/CD8 mAb 1 или триспецифичной связывающей молекулы 5T4 mAb 2/CD3 mAb 2/CD8 mAb 2. 5T4 X CD3 DART™ (с и без Fc-домена) использовали в качестве контроля.

Фиг. 16A-16C демонстрируют, что наблюдаемый эффект позиционной вариации на цитотоксичность не зависит от используемого CD8-связывающего домена.

Фиг. 17A-17C демонстрируют способность триспецифичных связывающих молекул по настоящему изобретению опосредовать перенаправленное уничтожение клеток-мишеней, экспрессирующих ROR1.

Фиг. 18A-18C демонстрируют способность триспецифичных связывающих молекул HIV mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 и HIV mAb 2/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 связываться с растворимым, иммобилизованным белком GP140 (фиг. 18A), CD3 человека (фиг. 18B) и с белком GP140 и CD3 человека одновременно (фиг. 18C).

Фиг. 19A-19C демонстрируют способность триспецифичных связывающих молекул HIV mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 и HIV mAb 2/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 связывать HIV env-экспрессирующие клетки HEK293/D375 в отличие от контрольной триспецифичной связывающей молекулы (фиг. 19C).

Фиг. 20A-20B демонстрируют способность триспецифичных связывающих молекул HIV mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 и HIV mAb 2/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 связываться для проявления специфичного связывания с CD5⁺/CD5⁻ клеточной популяцией человеческих PBMC.

Фиг. 21A-21F демонстрируют цитотоксическую активность, опосредованную триспецифичной связывающей молекулой HIV mAb 1/CD3-mAb 2/CD8 mAb 1 или HIV-mAb 2/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 на клетки Jurkat в присутствии или в отсутствие тетрациклина (фиг. 21A-21B; 21C-21D). Фиг. 21E-21F демонстрируют цитотоксическую активность контрольного анти-RSV-антитела (Паливизумаб; RSV mAb 1) триспецифичной связывающей молекулы.

Фиг. 22A-22B демонстрируют процент живых HIV env-экспрессирующих клеток Jurkat 522 FY на первый день и второй день после инкубации с очищенными пан-Т-клетками и триспецифичной связывающей молекулой HIV-mAb 1/CD3-mAb 2/CD8 mAb 1 или HIV-mAb 2/CD3-mAb 2/CD8 mAb 1.

Фиг. 23A-23C демонстрируют результаты оценки CTL-активности триспецифичной связывающей молекулы HIV mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 на HIV env-экспрессирующих клетках Jurkat 522 FY с использованием CD4⁺, CD8⁺ или пан-Т-клеток.

Фиг. 24A-24C демонстрируют результаты оценки CTL-активности триспецифичной связывающей молекулы HIV mAb 2/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 на HIV env-экспрессирующих клетках Jurkat 522 FY с использованием CD4⁺, CD8⁺ или пан-Т-клеток.

Фиг. 25A-25C демонстрируют кинетику связывания для молекул DART™, имеющих CD3 mAb 2-связывающий домен (фиг. 25A), и его низкоаффинного варианта CD3 mAb 2 Low (фиг. 25b) и высокоаффинного варианта CD3 mAb 2 Fast (фиг. 25C).

Фиг. 26A-26B демонстрируют клеточные популяции человеческих PBMC, селективированных по CD5⁺ CD4⁺ (фиг. 26A) или по CD5⁺ CD4⁻ (фиг. 26B) в зависимости от возрастающей концентрации триспецифичных связывающих молекул 5T4 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 и 5T4 mAb 1/CD3 mAb 2 Low/CD8 mAb 1 и 5T4 mAb 1/CD3 mAb 2 Fast/CD8 mAb 1. 5T4 X CD3 DARTs™ (со специфичностями к CD3 дикого типа, низкой и высокой) использовали в качестве контроля.

Фиг. 27A-27C демонстрируют влияние вариантов CD3 mAb 2 Low и CD3 mAb 2 Fast на цитотоксичность триспецифичной связывающей молекулы 5T4 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 с использованием LDH-анализа.

Фиг. 28A-28F демонстрируют уровень IFN-γ (фиг. 28A), TNF-α (фиг. 28B), IL-10 (фиг. 28C), IL-6 (фиг. 28D), IL-4 (фиг. 28E) и IL-2 (фиг. 28F), высвобождаемых PBMC из донора 1 в присутствии возрастающих концентраций триспецифичных связывающих молекул 5T4 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1, 5T4 mAb 1/CD3 mAb 2 Low/CD8 mAb 1 и 5T4 mAb 1/CD3 mAb 2 Fast/CD8 mAb 1.

Фиг. 29A-29F демонстрируют уровень IFN-γ (фиг. 29A), TNF-α (фиг. 29B), IL-10 (фиг. 29C), IL-6 (фиг. 29D), IL-4 (фиг. 29E) и IL-2 (фиг. 29F), высвобождаемых из PBMC от донора 2 в присутствии возрастающих концентраций триспецифичных связывающих молекул 5T4 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1, 5T4 mAb 1/CD3 mAb 2 Low/CD8 mAb 1 и 5T4 mAb 1/CD3 mAb 2 Fast/CD8 mAb 1.

Подробное описание изобретения

Настоящее изобретение относится к триспецифичным связывающим молекулам, которые являются полипептидными молекулами из нескольких цепей, и которые обладают тремя связывающими доменами и, таким образом, способны опосредовать скоординированное связывание с тремя эпитопами. Связывающие домены могут быть выбраны, таким образом, что триспецифичные связывающие молекулы способны связываться с любыми тремя различными эпитопами. Такие эпитопы могут быть эпитопами одного и того же антигена или эпитопами из двух или трех различных антигенов. В изобретении также предлагается новое ROR1-связывающее антитело, а также его производные и применения таких композиций.

I. Общие методы и общие определения.

Практика настоящего изобретения будет использовать, если не указано иное, обычные методы молекулярной биологии (в том числе рекомбинантные методы), микробиологии, клеточной биологии, биохимии и иммунологии, которые известны специалистам в данной области техники. Такие методы подробно описаны в литературе, такой как

MOLECULAR CLONING: A LABORATORY MANUAL, Third Edition (Sambrook *et al.* Eds., 2001) Cold Spring Harbor Press, Cold Spring Harbor, NY; OLIGONUCLEOTIDE SYNTHESIS: METHODS AND APPLICATIONS (Methods in Molecular Biology), Herdewijn, P., Ed., Humana Press, Totowa, NJ; OLIGONUCLEOTIDE SYNTHESIS (Gait, M.J., Ed., 1984); METHODS IN MOLECULAR BIOLOGY, Humana Press, Totowa, NJ; CELL BIOLOGY: A LABORATORY NOTEBOOK (Cellis, J.E., Ed., 1998) Academic Press, New York, NY; ANIMAL CELL CULTURE (Freshney, R.I., Ed., 1987); INTRODUCTION TO CELL AND TISSUE CULTURE (Mather, J.P. and Roberts, P.E., Eds., 1998) Plenum Press, New York, NY; CELL AND TISSUE CULTURE: LABORATORY PROCEDURES (Doyle, A. *et al.*, Eds., 1993-8) John Wiley and Sons, Hoboken, NJ; METHODS IN ENZYMOLOGY (Academic Press, Inc.) New York, NY; WEIR'S HANDBOOK OF EXPERIMENTAL IMMUNOLOGY (Herzenberg, L.A. *et al.* Eds. 1997) Wiley-Blackwell Publishers, New York, NY; GENE TRANSFER VECTORS FOR MAMMALIAN CELLS (Miller, J.M. *et al.* Eds., 1987) Cold Spring Harbor Press, Cold Spring Harbor, NY; CURRENT PROTOCOLS IN MOLECULAR BIOLOGY (Ausubel, F.M. *et al.*, Eds., 1987) Greene Pub. Associates, New York, NY; PCR: THE POLYMERASE CHAIN REACTION, (Mullis, K. *et al.*, Eds., 1994) Birkhäuser, Boston MA; CURRENT PROTOCOLS IN IMMUNOLOGY (Coligan, J.E. *et al.*, eds., 1991) John Wiley and Sons, Hoboken, NJ; SHORT PROTOCOLS IN MOLECULAR BIOLOGY (John Wiley and Sons, 1999) Hoboken, NJ; IMMUNOBIOLOGY 7 (Janeway, C.A. *et al.* 2007) Garland Science, London, UK; Antibodies (P. Finch, 1997) Stride Publications, Devoran, UK; ANTIBODIES: A PRACTICAL APPROACH (D. Catty., ed., 1989) Oxford University Press, USA, New York NY); MONOCLONAL ANTIBODIES: A PRACTICAL APPROACH (Shepherd, P. *et al.* Eds., 2000) Oxford University Press, USA, New York NY; USING ANTIBODIES: A LABORATORY MANUAL (Harlow, E. *et al.* Eds., 1998) Cold Spring Harbor Laboratory Press, Cold Spring Harbor, NY; THE ANTIBODIES (Zanetti, M. *et al.* Eds. 1995) Harwood Academic Publishers, London, UK); and DEVITA, HELLMAN, AND ROSENBERG'S CANCER: PRINCIPLES & PRACTICE OF ONCOLOGY, EIGHTH EDITION, DeVita, V. *et al.* Eds. 2008, Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, PA.

II. Предпочтительные триспецифичные связывающие молекулы по настоящему изобретению.

A. Способности к связыванию.

Предпочтительные триспецифичные связывающие молекулы по настоящему изобретению способны координированно и одновременно связываться с тремя различными эпитопами. Такие предпочтительные триспецифичные связывающие молекулы по настоящему изобретению содержат:

(I) связывающий домен I, который способен иммуноспецифично связываться с эпитопом I, присутствующем на первом антигене, и связывающий домен II, который способен иммуноспецифично связываться с эпитопом II, присутствующем на втором антигене, где указанный связывающий домен I и указанный связывающий домен II, оба, являются связывающими доменами по типу диатела;

(II) связывающий домен III, не относящийся к типу диатела, который способен иммуноспецифично связываться с эпитопом III, присутствующем на третьем антигене; и

(III) Fc-домен, который формируется за счет объединения в комплекс друг с другом двух CH2-CH3-доменов;

Как правило, триспецифичные связывающие молекулы по настоящему изобретению будут включать четыре различных полипептидных цепи, каждая из которых имеет аминоконец и карбоксильный конец (см. фиг. 4А-4D, 5А и 5В), однако молекулы могут включать меньшее или большее количество полипептидных цепей путем слияния таких полипептидных цепей друг с другом (например, через пептидную связь) или путем деления таких полипептидных цепей с образованием дополнительных полипептидных цепей. Фиг. 4Е-4J иллюстрируют этот аспект настоящего изобретения путем схематического отображения таких молекул, имеющих три полипептидные цепи. Фиг. 4К-4L иллюстрируют этот аспект

настоящего изобретения схематическим изображением молекулы, имеющей пять полипептидных цепей.

Хотя такие триспецифичные связывающие молекулы являются особенно предпочтительными, изобретение, в частности, предусматривает триспецифичные связывающие молекулы, которые содержат любую комбинацию связывающих доменов, достаточную для получения молекулы, имеющей три специфичности связывания, две из которых являются обязательными для специфичности, направленные против антигенов злокачественной опухоли, и одна из них демонстрирует специфичность связывания, направленную против антигена эффекторной клетки. Так, например, изобретение предусматривает триспецифичную связывающую молекулу, которая включает три связывающих домена Fab-типа, триспецифичную связывающую молекулу, которая включает один двухвалентный, биспецифичный домен антитела (образованный, например, путем объединения в комплекс двух различных легких цепей и двух различных тяжелых цепей) и один связывающий домен Fab-типа, триспецифичную связывающую молекулу, которая включает два двухвалентных, биспецифичных домена антител (образованных, например, путем объединения в комплекс четырех различных легких цепей и двух различных тяжелых цепей), но в котором один из доменов антитела оказался неактивным, и т.д.

Термины "полипептид", "полипептидная цепь" и "пептид" используются в данном документе взаимозаменяемо для обозначения полимеров аминокислот любой длины, но в особенности длина которых превышает 3, 5, 10, 15, 20 или 25 аминокислотных остатков, в которых два, а более предпочтительно все, аминокислотные остатки соединены посредством амидной (пептидной) связи (-NH-C(O)-). Однако полимер может быть линейным или разветвленным, он может содержать модифицированные аминокислоты, и они могут прерываться неаминокислотами. Термины также включают аминокислотный полимер, который был изменен естественным образом или путем вмешательства; например образованием дисульфидной связи, гликозилированием, липидированием, ацетилированием, фосфорилированием, или любыми другими манипуляциями или модификациями, такими как конъюгация с меткой. Также включены в определение, например, полипептиды, содержащие один или несколько аналогов аминокислот (включающие, например, неприродные аминокислоты и т.п.), и другие модификации, известные в данной области техники. Полипептиды по настоящему изобретению могут присутствовать в виде отдельных цепей или в виде собранных в комплекс цепей.

"Связывающий домен по типу диатела" является эпитоп-связывающим доменом диатела, особенно диатела DART®. Термины "диатело" и "диатело DART®" обсуждались выше и относятся к молекуле, которая содержит по меньшей мере две полипептидные цепи, которые предпочтительно собираются в комплекс друг с другом через ковалентное взаимодействие с образованием по меньшей мере двух эпитопсвязывающих участков, которые могут распознать одинаковые или различные эпитопы. Каждая из двух полипептидных цепей диатела или диатела DART® включает вариабельную область легкой цепи иммуноглобулина и вариабельную область тяжелой цепи иммуноглобулина, но эти области не взаимодействуют с образованием эпитопсвязывающего участка (т.е. они не являются взаимно "комплементарными"). Скорее вариабельная область тяжелой цепи иммуноглобулина цепи одного (например, первого) диатела или диатела DART® взаимодействует с вариабельной областью легкой цепи иммуноглобулина, выделенной из другого (например, второго) диатела, или диатела DART® с образованием эпитопсвязывающего участка. Точно так же полипептидные цепи вариабельной области легкой цепи иммуноглобулина одного (например, первого) диатела или диатела DART® взаимодействуют с вариабельной областью тяжелой цепи диатела, выделенной из другого (например, второго) диатела или диатела DART®, с образованием эпитопсвязывающего участка. Молекулы диатела DART® раскрыты в публикациях патентов США №№ 2013-0295121; 2010-0174053 и 2009-0060910; в публикациях европейских патентов №№ EP 2714079; EP 2601216; EP 2376109; EP 2158221 и публикациях PCT №№ WO 2012/162068; WO 2012/018687; WO 2010/080538; WO 2006/113665, WO 2008/157379 и Moore, P.A. et al. (2011) "Application Of Dual Affinity Retargeting Molecules To Achieve Optimal Redirected T-Cell Killing Of B-Cell Lymphoma", Blood 117(17):4542-4551; Veri, M.C. et al. (2010) "Therapeutic Control Of B Cell Activation Via Recruitment Of Fcγ3 Receptor IIb (CD32B) Inhibitory Function With A Novel Bi-specific Antibody Scaffold", Arthritis Rheum. 62(7): 1933-1943; and Johnson, S. et al. (2010) "Effector Cell Recruitment With Novel Fv-Based Dual-Affinity Re-Targeting Protein Leads To Potent Tumor Cytolysis And in vivo B-Cell Depletion", J. Mol. Biol. 399(3):436-449.

Связывающий домен III предпочтительно представляет собой связывающий домен, "который не относится к типу диатела", и который предназначен для обозначения того, что связывающий домен III не имеет структуру связывающего домена по типу диатела. Предпочтительно связывающий домен III представляет собой связывающий домен, который не относится к типу диатела, который представляет собой связывающий домен Fab-типа или связывающий домен по типу рецептора. При использовании в данном описании термин "связывающий домен Fab-типа" относится к эпитопсвязывающему домену, который образован взаимодействием VL-домена легкой цепи иммуноглобулина и дополняющим VH-доменом тяжелой цепи иммуноглобулина. Связывающие домены Fab-типа отличаются от связывающего домена по типу диатела тем, что две полипептидные цепи, которые образуют связывающий домен Fab-типа, включают только один эпитопсвязывающий домен, в то время как две полипептидные цепи, которые

образуют связывающий домен по типу диатела, содержат по меньшей мере два эпитопсвязывающих домена. Таким образом, при использовании в данном описании связывающие домены Fab-типа отличаются от связывающего домена по типу диатела. При использовании в данном описании термин "связывающий домен по типу рецептора" относится к эпитопсвязывающему домену клеточного рецептора, который образуется в результате взаимодействия двух полипептидов. Связывающие домены рецепторного типа проиллюстрированы в данном описании ссылкой на связывающий домен по типу Т-клеточного рецептора, который образуется в результате взаимодействия α -цепи вариабельного домена Т-клеточного рецептора и β -цепи вариабельного домена Т-клеточного рецептора. Такие связывающие домены по типу Т-клеточного рецептора распознают пептиды, отображаемые в контексте МНС, и, таким образом, способны распознавать внутриклеточные эпитопы. Хотя изобретение проиллюстрировано в отношении таких связывающих доменов рецепторного типа, следует принять во внимание, что могут быть использованы связывающие домены рецепторного типа, которые отличаются от связывающих доменов по типу Т-клеточного рецептора, и они охватываются настоящим изобретением. Другие примеры рецепторов, имеющих связывающие домены рецепторного типа, включают рецептор IL-2, рецептор IL-4, рецептор IL-7, рецептор IL-9, рецептор IL-15, рецептор инсулина IL-21 и тимусный стромальный лимфопоэтин.

Триспецифичные связывающие молекулы по настоящему изобретению, таким образом, отличаются от четырехвалентных связывающих молекул, таких как те, что получают димеризацией бивалентного агглютина и предпочтительно обладают тремя, но не четырьмя связывающими доменами. Как будет описано ниже, триспецифичные молекулы по настоящему изобретению могут обладать дополнительными связывающими доменами (например, альбумин-связывающим доменом, Fc γ R-связывающим доменом и т.д.). Такие дополнительные связывающие домены не предназначены для того, чтобы рассматриваться или считаться как один из трех связывающих доменов из триспецифичной связывающей молекулы по настоящему изобретению.

При использовании в данном описании термины "ассоциация" или "ассоциирование" в отношении полипептидов (например, одного полипептида диатела с другим, легкая цепь иммуноглобулина с тяжелой цепью иммуноглобулина, одного СН2-СН3-домена с другим СН2-СН3-доменом и т.д.) предназначены для обозначения нековалентного объединения полипептидов. Термины "комплексы" или "образование комплекса" предназначены для обозначения ковалентного объединения полипептидов.

При использовании в данном описании связывающие домены триспецифичной связывающей молекулы настоящего изобретения упоминаются как опосредующие "координированное связывание", если по меньшей мере два из ее связывающих доменов и предпочтительно все его связывающие домены способны одновременно быть связанными с их соответствующими распознаваемыми эпитопами или связываемым лигандом. Такое связывание может быть одновременным. Тем не менее, один аспект настоящего изобретения относится к модификации скорости "ассоциации" и/или "диссоциации", с которыми такие связывающие домены связываются с их распознаваемыми эпитопами. При использовании в данном описании, "скорость ассоциации" связывания является мерой аффинности, с которой такие связывающие домены распознают и иницируют связывание с их распознаваемыми эпитопами. В противоположность этому "скорость диссоциации" связывания является мерой степени устойчивости комплекса связывающего домена: эпитопа. Скорости "ассоциации" и/или "диссоциации" связывания могут быть изменены путем изменения аминокислотной последовательности CDR из связывающего домена. Как будет описано ниже, независимо от каких-либо модификаций CDR степень скоординированного связывания молекул по настоящему изобретению может быть модулирована путем изменения конфигурации их связывающего домена так, чтобы конкретный связывающий домен (т.е. VL_x/VH_x домен) присутствовал как связывающий домен III или в качестве внутреннего или внешнего связывающего домена по типу диатела по отношению к связывающему домену III (более подробно описано ниже).

Эти скорости ассоциации и диссоциации связывающих доменов триспецифичных связывающих молекул по настоящему изобретению можно легко измерить с помощью методов, хорошо известных в данной области, например путем анализа Biacore® (Jason-Moller, L. et al. (2006) "Overview Of Biacore Systems And Their Applications", Curr. Protoc. Protein Sci. Chapter 19:Unit 19.13; Swanson, S.J. (2005) "Characterization Of An Immune Response", Dev. Biol. (Basel). 122:95-101; Buijs, J. et al. (2005) "SPR-MS In Functional Proteomics", Brief Funct. Genomic Proteomic. 4(1):39-47; Karlsson, R. et al. (2004) "SPR For Molecular Interaction Analysis: A Review Of Emerging Application Areas", J. Mol. Recognit. 17(3):151-161; Van Regenmortel, M.H. (2003) "Improving The Quality Of BIACORE-Based Affinity Measurements", Dev. Biol. (Basel) 112:141-151; Malmqvist, M. (1999) "BIACORE: An Affinity Biosensor System For Characterization Of Biomolecular Interactions", Biochem. Soc. Trans. 27(2):335-340; Malmqvist, M. et al. (1997) "Biomolecular Interaction Analysis: Affinity Biosensor Technologies For Functional Analysis Of Proteins", Curr. Opin. Chem. Biol. 1(3):378-383; Fivash, M. et al. (1998) "Biacore For Macromolecular Interaction", Curr. Opin. Biotechnol. 9(1):97-101; Malmberg, A.C. et al. (1995) "Biacore As A Tool In Antibody Engineering", J. Immunol. Methods. 183(1):7-13). Эти скорости ассоциации и диссоциации связывающих доменов триспецифичных связывающих молекул по настоящему изобретению могут быть легко изменены путем случайного или направленного мутагенеза молекул нуклеиновых кислот, которые кодируют такие связывающие домены, с по-

следующим рутинным скринингом извлекаемых молекул нуклеиновых кислот по их способности кодировать мутантные белки, которые обладают такой измененной кинетикой связывания.

Связующие домены триспецифичных связывающих молекул по настоящему изобретению связываются с эпитопами "иммуноспецифическим" образом. При использовании в данном описании антитело, диатело или другая эпитопсвязывающая молекула упоминается как "иммуноспецифично" связывающая область другой молекулы (т.е. эпитоп), если она вступает в реакцию или ассоциируется чаще, быстрее, с большей продолжительностью и/или с большей аффинностью с этим эпитопом по сравнению с альтернативными эпитопами. Например, антитело, которое связывается иммуноспецифично с вирусным эпитопом, представляет собой антитело, которое связывает этот вирусный эпитоп с большей аффинностью, авидностью, более легко и/или с большей длительностью, чем оно иммуноспецифично связывается с другими вирусными эпитопами или невирусными эпитопами. Также следует понимать, прочитав это определение, что, например, антитело (или фрагмент, или эпитоп), которое иммуноспецифично связывается с первой мишенью, может или не может специфично или преимущественно связываться со второй мишенью. Таким образом, "специфичное связывание" необязательно требует (хотя и может включать) исключительное связывание. Как правило, но необязательно, ссылка на связывание означает "специфичное" связывание. Считают, что две молекулы способны связываться друг с другом "физиоспецифичным" образом, если такое связывание демонстрирует специфичность, с которой рецепторы связывают с их соответствующими лигандами.

Таким образом, в наиболее простом воплощении предпочтительные связывающие молекулы по настоящему изобретению, по меньшей мере, триспецифичные, способны опосредовать скоординированное связывание с тремя различными эпитопами. Важно отметить, что такие молекулы имеют по меньшей мере три участка, которые способны связывать антиген: "внешний" связывающий домен по типу диатела, который находится на противоположной стороне от связывающего домена III, "внутренний" связывающий домен по типу диатела, который расположен ближе к связывающему домену III, и связывающий домен III сам по себе. Положения таких доменов, соответственно, обозначены как сайт А, сайт В и участок С (фиг. 4А-4D).

Связывающие домены, которые связываются с эпитопами I, II и III, выбираются так, чтобы отличаться друг от друга. Тем не менее, эпитопы I, II и III могут быть эпитопами одного и того же антигена, двух различных антигенов или из трех различных антигенов. Таким образом, триспецифичные связывающие молекулы по настоящему изобретению могут быть способны координировано связывать 1, 2 или 3 различных антигенных молекул. Триспецифичные связывающие молекулы по настоящему изобретению могут быть использованы в отношении любого возможного эпитопа и любого возможного антигена. Например, триспецифичные связывающие молекулы по настоящему изобретению могут иметь 1, 2 или 3 связывающих домена, которые связываются с эпитопом эффекторной клетки (например, CD2, CD3, CD16, CD19, CD20, CD22, CD32B, CD64 В-клеточным рецептором (BCR), Т-клеточным рецептором (TCR) и рецептором NKG2D), или с эпитопом цитотоксической Т-клетки (например, CD8, присутствующим на цитотоксических Т-клетках), или с эпитопом антигена, ассоциированного с заболеванием, или любой комбинацией таких потенциальных связывающих доменов.

При использовании в данном описании термин "антиген, ассоциированный с заболеванием" представляет собой антиген, который характерно экспрессируется на "патоген-инфицированных" клетках или на "злокачественной опухолевой клетке", но, как правило, не экспрессируется на нормальных клетках.

Используемый в настоящем описании термин "патоген-инфицированная" клетка относится к клетке, которая была инфицирована бактерией (например, *E. coli*, *C. difficile*, *Salmonella thyphimurium*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Vibrio cholerae*, *Neisseria gonorrhoeae*, *Helicobacter pylori*, *Hemophilus influenzae*, *Shigella dysenteriae*, *Staphylococcus aureus*, *Mycobacterium tuberculosis* и *Streptococcus pneumoniae* и т.д.), грибом (например, *Candida*, *Aspergillus*, *Cryptococcus*, *Coccidioides*, *Histoplasma*, *Pneumocystis*, *Stachybotrys* и т.д.), простейшим (*Amoebozoa*, *Excavata*, *Chromalveolata*, *Entamoeba*, *Plasmodium*, *Giardia*, *Trypanosoma*, *Coccidia*, *Besnoitia*, *Dicrocoelium*, *Leishmania* и т.д.) или вирусом (и особенно аденовирусом, аденоассоциированным вирусом, В-вирусом (macacine herpesvirus I), ВК вирусом а буньявирусом, вирусом чикунгунья, вирусом Коксаки, коронавирусом, цитомегаловирусом, восточным лошадиным вирусом энцефалита, вирусом Эбола, энтеровирусом, вирусом Эпштейна-Барр, хантавирусом, вирусом гепатита А, вирусом гепатита В, вирусом гепатита С, вирусом гепатита D, вирусом гепатита Е, вирусом простого герпеса 1, вирусом простого герпеса 2, пенящим вирусом человека, вирусом герпеса человека 3, вирусом герпеса человек 5, вирусом герпеса человек 6, вирусом герпеса человек 7, вирусом иммунодефицита человека, вирусом папилломы человека, человеческим Р-лимфотропным вирусом, человеческим вирусом Т-клеточного лейкоза I, человеческим вирусом Т-клеточного лейкоза II, вирусом гриппа, вирусом JC, JEV, вирусом, ассоциированным с саркомой Капоши, вирусом Ласса, вирусом лимфоцитарного хориоменингита, вирусом Марбург, вирусом кори, вирусом эпидемического паротита, вирусом Нипах, норовирусом, вирусом Норуолк, ортоуреовирусом, вирусом парагриппа, парвовирусом, полиовирусом, вирусом бешенства, реовирусом, респираторным синцитиальным вирусом, риновирусом, вирусом лихорадки долины Рифт, ротавирусом, вирусом краснухи, вирусом оспы, вирусом энцефалита Сент-Луис, вирусом натуральной оспы, вирусом малой оспы, вирусом опоясывающего лишая, вирусом Западного Нила, вирусом

лошадиного западного энцефалита или вирусом желтой лихорадки).

При использовании в данном описании термин "клетка злокачественной опухоли" относится к злокачественной клетке: опухоли надпочечников, СПИД-ассоциированных злокачественных новообразований, альвеолярной саркомы мягких тканей, астроцитарной опухоли, рака мочевого пузыря, рака кости, рака головного и спинного мозга, метастатической опухоли головного мозга, рака молочной железы, опухолей каротидного гломуса, рака шейки матки, хондросаркомы, хордомы, хроматофобного почечноклеточного рака, светлоклеточного рака, рака толстой кишки, колоректальный рака, кожной доброкачественной фиброзной гистиоцитомы, десмопластической мелкокруглоклеточной опухоли, эпендимомы, опухоли Юинга, внескелетной миксоидной хондросаркомы, несовершенного костного фиброгенеза, фиброзной дисплазии кости, рака желчного пузыря или желчных протоков, рака желудка, гестационной трофобластической болезни, герминомы, рака головы и шеи, гепатоцеллюлярной карциномы, опухоли островковых клеток, саркомы Капоши, рака почки, лейкоза, липомы/доброкачественной липоматозной опухоли, липосаркомы/злокачественной липоматозной опухоли, рака печени, лимфомы, рака легкого, медуллобластомы, меланомы, менингиомы, множественных эндокринных неоплазий, множественной миеломы, миелиодиспластического синдрома, нейробластомы, нейроэндокринной опухоли, рака яичника, поджелудочной железы, папиллярной карциномы щитовидной железы, опухоли паращитовидной железы, педиатрического рака, опухоли оболочки периферического нерва, феохромоцитомы, опухоли гипофиза, рака предстательной железы, задней увеальной меланомы, редкого гематологического заболевания, почечного метастатического рака, палочковидной опухоли, рабдомиосаркомы, саркомы, рака кожи, саркома мягких тканей, плоскоклеточного рака, рака желудка, синовиальной саркомы, рака яичек, карциномы тимуса, тимомы, метастатического рака щитовидной железы и рака матки.

Примеры антигенов, которые характерно экспрессируются клетками злокачественных опухолей, включают "антиген злокачественной опухоли", такой как антиген рака молочной железы, антиген рака яичника, антиген рака предстательной железы, антиген рака шейки матки, антиген панкреатической карциномы, антигена рака легкого, антиген рака мочевого пузыря, антиген рака толстой кишки, антиген рака яичка, антиген глиобластомы, антиген, ассоциированный с В-клеточной неоплазией, антиген, ассоциированный с множественной миеломой, антиген, ассоциированный с неходжкинской лимфомой, или антиген, ассоциированный с хроническим лимфолейкозом. Примерные антигены, которые экспрессируются клетками злокачественных опухолей, включают антигены: антиген 19,9 рака толстой кишки; антиген муцина 4.2 рака желудка; антиген А33 колоректального рака (Almqvist, Y. 2006, Nucl. Med. Biol. Nov; 33(8):991-998); ADAM-9 (публ. патента США № 2006/0172350; публ. PCT WO 06/084075; карциноэмбриональный AFP антиген- α -фетопротейна (Malaguarnera, G. et al. (2010) "Serum markers of hepatocellular carcinoma", Dig. Dis. Sci. 55(10):2744-2755); ALCAM (публ. PCT № WO 03/093443); BAGE (Bodey, B. 2002 Expert Opin Biol Ther. 2(6):577-84); β -катенин (Prange W. et al. 2003 J. Pathol. 201(2):250-9); CA125 (Bast, R.C. Jr. et al. 2005 Int. J. Gynecol Cancer 15 Suppl 3:274-81); Карбоксипептидаза М (публ. патента США № 2006/0166291); B1 (Egloff, A.M. et al. 2006, Cancer Res. 66(1):6-9); CD5 (Calin, G.A et al. 2006 Semin Oncol. 33(2): 167-73; CD19 (Troussard, X. et al., 1998 Hematol Cell Ther. 40(4): 139-48); CD20 (Thomas, D.A. et al., 2006 Hematol Oncol Clin North Am. 20(5):1125-36); CD20 (Cang, S. et al. (2012) "Novel CD20 Monoclonal Antibodies For Lymphoma Therapy", J. Hematol. Oncol. 5:64 pp. 1-9); CD22 (Kreitman, R.J. 2006 AAPS J. 18; 8(3):E532-51); CD23 (Rosati, S. et al., 2005 Curr Top Microbiol Immunol. 5; 294:91-107); CD25 (Troussard, X. et al., 1998 Hematol Cell Ther. 40(4):139-48); CD27 (Bataille, R. 2006 Haematologica 91(9):1234-40); CD28 (Bataille, R. 2006 Haematologica 91(9):1234-40); CD30 (Muta, H. et al. (2013) "CD30: From Basic Research To Cancer Therapy", Immunol. Res. 57(1-3):151-158); CD33 (Walter, R.B. et al. (2012) "Acute myeloid leukemia stem cells and CD33-targeted immunotherapy", Blood 119(26):6198-6208); CD36 (Ge, Y. 2005 Lab Hematol. 11(1):31-7); CD40/CD154 (Messmer, D. et al., 2005 Ann N Y Acad Sci. 1062:51-60); CD45 (Jurcic, J.G. 2005 Curr Oncol Rep. 7(5):339-46); CD56 (Bataille, R. 2006 Haematologica 91(9): 1234-40); CD46 (пат. США № 7148038; публ. PCT № WO 03/032814; Russell, S. et al. (2004) "CD46: A Complement Regulator And Pathogen Receptor That Mediates Links Between Innate And Acquired Immune Function" Tissue Antigens 64(2):111-118); CD52 (Hoelzer, D. et al. (2013) "Targeted therapy with monoclonal antibodies in acute lymphoblastic leukemia", Curr. Opin. Oncol. 25(6):701-706); CD79a/CD79b (Troussard, X. et al., 1998 Hematol Cell Ther. 40(4):139-48; Chu, P.G. et al., 2001 Appl Immunohistochem Mol Morphol. 9(2):97-106); CD103 (Troussard, X. et al., 1998 Hematol Cell Ther. 40(4):139-48); CD317 (Palma, G. et al. (2012) "Plasmacytoids Dendritic Cells Are A Therapeutic Target In Anticancer Immunity", Biochim. Biophys. Acta. 1826(2):407-414; CDK4 (Lee, Y.M. et al., 2006 Cell Cycle 5(18):2110-4); CEA (карциноэмбрионального антигена; Mathelin, C. 2006 Gynecol Obstet Fertil. 34(7-8):638-46; Tellez-Avila, F.I. et al., 2005 Rev Invest Clin. 57(6):814-9); CEACAM5 и CEACAM6 (публ. PCT № WO 2011/034660; Zheng, C. et al. (2011) "A Novel Anti-CEACAM5 Monoclonal Antibody, CC4, Suppresses Colorectal Tumor Growth and Enhances NK Cells-Mediated Tumor Immunity", PLoS One 6(6):e21146, pp. 1-11); CO17-1A (Adkins, J.C. et al. (1998) "Edrecolomab (Monoclonal Antibody 17-1A)", Drugs 56(4):619-626; CO-43 (группа крови Leb) и CO-514 (группа крови Lea) (Garratty, G. (1995) "Blood Group Antigens As Tumor Markers, Parasitic/Bacterial/Viral Receptors, And Their Association With Immunologically Important Proteins", Immunol. Invest. 24(1-2):213-

232; CTLA-1 и CTLA-4 (Peggs, K.S. et al., 2006 *Curr Opin Immunol.* 18(2):206-13); цитокератин 8 (публ. PCT № WO 03/024191); антиген D1.1 (Dao, T. et al. (2009) "Identification Of A Human Cyclin D1-Derived Peptide That Induces Human Cytotoxic CD4 T Cells", *PLoS One.* 4(8):e6730); DR5 (Abdulghani, J. et al. (2010) "TRAIL Receptor Signaling And Therapeutics", *Expert Opin. Ther. Targets* 14(10): 1091-1108; Andera, L. (2009) "Signaling Activated By The Death Receptors Of The TNFR Family", *Biomed. Pap. Med. Fac. Univ. Palacky Olomouc Czech. Repub.* 153(3): 173-180; Carlo-Stella, C. et al. (2007) "Targeting TRAIL Agonistic Receptors for Cancer Therapy", *Clin. Cancer* 13(8):2313-2317; Chaudhari, B.R. et al. (2006) "Following the TRAIL to Apoptosis", *Immunologic Res.* 35(3):249-262); E1-серии (группа крови B); EGF-R (рецептора эпидермального фактора роста; Adenis, A. et al., 2003 *Bull Cancer.* 90 Spec No:S228-32); рецепторов эфрина (и, в частности, EphA2 (патент США № 7569672; публ. PCT № WO 06/084226); Erb (ErbB1; ErbB3; ErbB4; Zhou, H. et al., 2002 *Oncogene* 21(57):8732-40; Rimón, E. et al., 2004 *Int J. Oncol.* 24(5): 1325-38); антиген F3 аденокарциномы легкого (Greulich, H. et al. (2012) "Functional analysis of receptor tyrosine kinase mutations in lung cancer identifies oncogenic extracellular domain mutations of ERBB2," *Proc. Natl. Acad. Sci.(USA)* 109(36): 14476-14481); антиген FC10.2 (Loveless, W. et al. (1990) "Developmental Patterning Of The Carbohydrate Antigen FC10.2 During Early Embryogenesis In The Chick", *Development* 108(1):97-106); GAGE (GAGE-1; GAGE-2; Akcakanat, A. et al., 2006 *Int. J. Cancer.* 118(1): 123-8); GD2/GD3/GD49/GM2/GM3 (Livingston, P.O. et al., 2005 *Cancer Immunol Immunother.* 54(10): 1018-25); GICA 19-9 (Herlyn et al. (1982) "Monoclonal Antibody Detection Of A Circulating Tumor-Associated Antigen. I. Presence Of Antigen In Sera Of Patients With Colorectal, Gastric, And Pancreatic Carcinoma", *J. Clin. Immunol.* 2:135-140); gp37 (антиген Т-клеточного лейкоза человека ((Bhattacharya-Chatterjee et al. (1988) "Idiotypic Vaccines Against Human T Cell Leukemia. II. Generation And Characterization Of A Monoclonal Idiotypic Cascade (Ab1, Ab2, and Ab3)", *J. Immunol.* 141:1398-1403); gp75 (антиген меланомы) (Vijayasardahl et al. (1990) "The Melanoma Antigen Gp75 Is The Human Homologue Of The Mouse B (Brown) Locus Gene Product", *J. Exp. Med.* 171(4): 1375-1380); gp100 (Lotem, M. et al., 2006 *J Immunother.* 29(6):616-27); HER-2/neu (Kumar, Pal S et al., 2006 *Semin Oncol.* 33(4):386-91); антиген В-лимфомы человека, CD20 (Reff et al. (1994) "Depletion Of B Cells In Vivo By A Chimeric Mouse Human Monoclonal Antibody To CD20", *Blood* 83:435-445); антиген жировых глобул молока человека; папилломавируса человека-Е6/папилломавируса человека-Е7 (DiMaio, D. et al., 2006 *Adv Virus Res.* 66:125-59; HMW-МАО (высокомолекулярный антиген меланомы) (Natali et al. (1987) "Immunohistochemical Detection Of Antigen In Human Primary And Metastatic Melanomas By The Monoclonal Antibody 140.240 And Its Possible Prognostic Significance", *Cancer* 59:55-63; Mittelman et al. (1990) "Active Specific Immunotherapy In Patients With Melanoma. A Clinical Trial With Mouse Antiidiotypic Monoclonal Antibodies Elicited With Syngeneic Anti-High-Molecular-Weight-Melanoma-Associated Antigen Monoclonal Antibodies", *J. Clin. Invest.* 86:2136-2144); I антиген (антигена дифференцировки) (Feizi (1985) "Demonstration By Monoclonal Antibodies That Carbohydrate Structures Of Glycoproteins And Glycolipids Are Onco-Developmental Antigens", *Nature* 314:53-57) такой, как антиген I(Ma) обнаруженный в аденокарциномах желудка; Интегрин альфа-V-бета-6 интегринβ6 (ITGB6) (публ. PCT № WO 03/087340); JAM-3 (публ. PCT № WO 06/084078); рецептора α2 интерлейкина-13 (IL13Rα2) (Bodhinayake, I. et al. (2014) "Targeting A Heterogeneous Tumor: The Promise Of The Interleukin-13 Receptor α2", *Neurosurgery* 75(2):N18-9); JAM-3 (Публ. PCT № WO 06/084078); KID3 (публ. PCT № WO 05/028498); KID3 (публ. PCT № WO 05/028498); KID31 (Публ. PCT № WO 06/076584); KID31 (публ. PCT № WO 06/076584); KS 1/4 антиген пан-карциномы (Perez et al. (1989) "Isolation And Characterization Of A cDNA Encoding The Ks1/4 Epithelial Carcinoma Marker", *J. Immunol.* 142:3662-3667; Moller et al. (1991) "Bispecific-Monoclonal-Antibody-Directed Lysis Of Ovarian Carcinoma Cells By Activated Human T Lymphocytes", *Cancer Immunol. Immunother.* 33(4):210-216; Ragupathi, G. 2005 *Cancer Treat Res.* 123:157-80); KS 1/4 антиген пан-карциномы (Perez et al. (1989) "Isolation And Characterization Of A cDNA Encoding The Ks1/4 Epithelial Carcinoma Marker", *J. Immunol.* 142:3662-3667; Moller et al. (1991) "Bispecific-Monoclonal-Antibody-Directed Lysis Of Ovarian Carcinoma Cells By Activated Human T Lymphocytes", *Cancer Immunol. Immunother.* 33(4):210-216; Ragupathi, G. 2005 *Cancer Treat Res.* 123:157-80); KSA (17-1A) (Ragupathi, G. 2005 *Cancer Treat Res.* 123:157-80); антигены карциномы легкого человека, L6 и L20 (Hellström et al. (1986) "Monoclonal Mouse Antibodies Raised Against Human Lung Carcinoma", *Cancer Res.* 46:3917-3923); LEA (Velázquez-Márquez, N. et al. (2012) "Sialyl Lewis x expression in cervical scrapes of premalignant lesions", *J. Biosci.* 37(6):999-1004); LUCA-2 (United States Patent Publication № 2006/0172349; публ. PCT № WO 06/083852); M1:22:25:8, M18, M39 (Cambier, L. et al. (2012) "M19 Modulates Skeletal Muscle Differentiation And Insulin Secretion In Pancreatic B-Cells Through Modulation Of Respiratory Chain Activity", *PLoS One* 7(2):e31815; Pui, C.H. et al. (1991) "Characterization of childhood acute leukemia with multiple myeloid and lymphoid markers at diagnosis and at relapse", *Blood* 78(5): 1327-1337); MAGE (MAGE-1; MAGE-3; (Bodey, B. 2002 *Expert Opin Biol Ther.* 2(6):577-84); MART (Kounalakis, N. et al., 2005 *Curr Oncol Rep.* 7(5):377-82; My1, MUC-1 (Mathelin, C. 2006 *Gynecol Obstet Fertil.* 34(7-8):638-46); MUM-1 (Castelli, C. et al., 2000 *J. Cell Physiol.* 182(3):323-31); N-ацетилглюкозаминилтрансфераза (Dennis, J.W. 1999 *Biochim Biophys Acta.* 6:1473(1):21-34); неогликопротеин (Legendre, H. et al. (2004) "Prognostic Strat-

ification Of Dukes B Colon Cancer By A Neoglycoprotein", *Int. J. Oncol.* 25(2):269-276); NS-10; OFA-1 и OFA-2 (Takahashi, M. (1984) "A Study On Clinical Significance Of Oncofetal Antigen-1 In Gynecologic Tumors", *Nihon Sanka Fujinka Gakkai Zasshi.* 36(12):2613-2618); Онкостатин М (β -рецептора Онкостатина) (патент США № 7572896; публ. РСТ № WO 06/084092); p15 (Gil, J. et al., 2006 *Nat Rev Mol Cell Biol.* 7(9):667-77); PSA (простат-специфический антиген; Cracco, C.M. et al., 2005 *Minerva Urol Nefrol.* 57(4):301-11); PSMA (Ragupathi, G. 2005 *Cancer Treat Res.* 123:157-80); PEMA (антиген полиморфного эпителиального муцина) (Chu, N.J. et al. (2015) "Nonviral Oncogenic Antigens and the Inflammatory Signals Driving Early Cancer Development as Targets for Cancer Immunoprevention" *Clin. Cancer Res.* 21(7): 1549-1557); PIPA (патент США № 7405061; публ. РСТ № WO 04/043239); фосфата простатической кислоты (Tailor et al. (1990) "Nucleotide Sequence Of Human Prostatic Acid Phosphatase Determined From A Full-Length cDNA Clone", *Nucl. Acids Res.* 18(16):4928); R24 (Zhou, M. et al. (2008) "Constitutive Overexpression Of A Novel 21 Kda Protein By Hodgkin Lymphoma And Aggressive Non-Hodgkin Lymphomas", *Mol. Cancer* 7:12); ROR1 (патент США № 5843749); Rabbani, H. et al. (2010) "Expression Of ROR1 In Patients With Renal Cancer-A Potential Diagnostic Marker", *Iran Biomed. J.* 14(3):77-82); сфинголипидов (Hakomori, S. (1998) "Cancer-Associated Glycosphingolipid Antigens: Their Structure, Organization, And Function", *Acta Anat. (Basel)* 161(1-4):79-90; SSEA-1, SSEA-3 и SSEA-4 (Muramatsu, T. et al. (2004) "Carbohydrate Antigens Expressed On Stem Cells And Early Embryonic Cells", *Glycoconj. J.* 21(1-2):41-45); sTn (Holmberg, L.A. 2001 *Expert Opin Biol Ther.* 1(5):881-91); пептид, выделенный из Т-клеточного рецептора (Edelson (1998) "Cutaneous T-Cell Lymphoma: A Model For Selective Immunotherapy", *Cancer J Sci Am.* 4:62-71); T5A7 (Hogg, R.J. et al. (1991) "A monoclonal antibody exhibiting reactivity with both X-hapten- and lactose-bearing glycolipids", *Tissue Antigens* 37(1):33-38); TAG-72 (Yokota et al. (1992) "Rapid Tumor Penetration Of A Single-Chain Fv And Comparison With Other Immunoglobulin Forms", *Cancer Res.* 52:3402-3408); TL5 (группа крови А) (Gooi, H.C. et al. (1983) "Monoclonal antibody reactive with the human epidermal-growth-factor receptor recognizes the blood-group-A antigen", *Biosci. Rep.* 3(11): 1045-1052); TNF-рецептора (TNF- α рецептора, TNF- β рецептора или TNF- γ рецептора (van Horssen, R. et al., 2006 *Oncologist.* 11(4):397-408; Gardnerova, M. et al., 2000 *Curr Drug Targets.* 1(4):327-64); TRA-1-85 (группа крови Н) (Williams, B.P. et al. (1988) "Biochemical and genetic analysis of the OKa blood group antigen", *Immunogenetics* 27(5):322-329); рецептора трансферрина (патент США № 7572895; публ. РСТ № WO 05/121179); TSTA опухолеспецифического трансплантационного антигена (Hellström et al. (1985) "Monoclonal Antibodies To Cell Surface Antigens Shared By Chemically Induced Mouse Bladder Carcinomas", *Cancer. Res.* 45:2210-2188); VEGF-R (O'Dwyer, P.J. 2006 *Oncologist.* 11(9):992-8); и Y-гаптена, Le^y (Durrant, L.G et al. (1989) "Development Of An ELISA To Detect Early Local Relapse Of Colorectal Cancer", *Br. J. Cancer* 60(4):533-537).

Примеры антител, которые иммуноспецифично связываются с эпитопом антигена, ассоциированного с заболеванием, которые могут быть использованы для получения переменных доменов легкой цепи, переменных доменов тяжелой цепи, легких цепей антитела или тяжелых цепей антитела триспецифичной связывающей молекулы по настоящему изобретению, представлены в табл. 2.

Таблица 2

Название антитела	Антиген, ассоциированный с Заболеванием	Терапевтическая мишень для применения
3F8	Gd2	Нейробластома
8H9	B7-H3	Нейробластома, саркома, метастатические раки мозга
Абаговомаб	CA-125	Рак яичников
Абциксимаб	CD41	Ингибитор агрегации тромбоцитов
Актоксумаб	<i>Clostridium Difficile</i>	Инфекция <i>Clostridium Difficile</i>
Адалимумаб	TNF-A	Ревматоидный артрит, болезнь Крона, бляшковидный псориаз, псориатический артрит, анкилозирующий спондилит, ювенильный идиопатический артрит, гемолитическая болезнь новорожденных

Адекватумаб	ЕpCam	Рак предстательной железы и молочной железы
Адукамуаб	Бета-амилоид	Болезнь Альцгеймера
Афелимоаб	TNF-A	Сепсис
Афутузуаб	CD20	Лимфома
Алацизуаб	VEGFR2	Злокачественная опухоль
Ald518	IL-6	Ревматоидный артрит
Алемтузуаб	CD52	Рассеянный склероз
Алирокумаб	NARP-1	Гиперхолестеринемия
Альтумоаб	CEA	Колоректальный рак
Аматуксимаб	мезотелин	Злокачественная опухоль
Анатумоаб мафенатокс	TAG-72	Немелкоклеточный рак легкого
Анифролумаб	рецептор интерферон А/В	Системная красная волчанка
Анрукинзуаб	IL-13	Злокачественная опухоль
Аполизуаб	HLA-DR	Гематологические злокачественные новообразования
Арцитумоаб	CEA	Рак желудочно-кишечного тракта
аселизуаб	L-селектин (CD62L)	пациенты с тяжелыми поражениями
Атимумаб	RTN4	Злокачественная опухоль
Атальтизуаб	рецептор IL-6	Ревматоидный артрит
Аторолимумаб	резус-фактор	Гемолитическая болезнь новорожденных
Бапинейзуаб	Бета-амилоид	Болезнь Альцгеймера
Базиликсимаб	CD25	Предотвращение отторжения трансплантатов органов
Бавитуксимаб	фосфатидилсерин	Злокачественная опухоль, вирусные инфекции
Бектумоаб	CD22	Неходжкинская Лимфома (обнаружение)
Белимуаб	BAFF	Неходжкинская лимфома
Бенрализумаб	CD125	Астма
Бертилимумаб	CCL11 (Эотаксин-1)	Тяжелые аллергические заболевания
Безилесоаб	CEA-сопутствующий Антиген	Воспалительные поражения и Метастазы (обнаружение)
Бевацизуаб	VEGF-A	Метастатические злокачественные опухоли, ретинопатия недоношенных
Безлотоксуаб	<i>Clostridium difficile</i>	Инфекция <i>Clostridium difficile</i>
Бициромаб	Фибрин II, бета-цепь	Тромбоземболия (диагностика)
Бимагрумаб	ACVR2B	Ингибитор Миостатина
Биватузуаб	CD44 V6	Плоскоклеточная карцинома
Блинатумоаб	CD19	Злокачественная опухоль
Блосозумаб	SOST	Остеопороз

Брентуксимаб	CD30 (TNFRSF8)	Гематологические злокачественные новообразования
Бриакинумаб	ИЛ-12, ИЛ-23	Псориаз, Ревматоидный артрит, воспалительные заболевания кишечника, рассеянный склероз
Бродалумаб	IL-17	Воспалительные заболевания
Канакинумаб	IL-1	Ревматоидный артрит
Кантузумаб мерганзин	муцин CanAg	Колоректальный рак
Кантузумаб	MUC1	Злокачественные опухоли
Каплацизумаб	VWF	Злокачественные опухоли
Капромаб	Клетки рака предстательной железы	Рак предстательной железы (обнаружение)
Карлумаб	MCP-1	Онкология/иммунные показания к применению
Катумаксомаб	ЕpCam, CD3	Рак яичников, злокачественный асцит, рак желудка
СС49	Tag-72	Обнаружение опухоли
Цертолизумаб	TNF-A	Болезнь Крона
Цетуксимаб	EGFR	Метастатический колоректальный рак и рак головы и шеи
Ch.14.18	неопределено	Нейробластома
Цитатузумаб	Ерсam	Рак яичников и другие солидные опухоли
Цитуксумумаб	Рецептор IGF-1	Солидные опухоли
Клазакизумаб	<i>Oryctolagus Cuniculus</i>	Ревматоидный артрит
Кливатузумаб	MUC1	Рак поджелудочной железы
Конатумумаб	TRAIL-R2	Злокачественная опухоль
Концизумаб	TFPI	Кровотечение
Кренезумаб	1-40-В-амилоид	Болезнь Альцгеймера
Ст6261	Гемагглютинин гриппа А	Инфекционное заболевание/Грипп А
Дацетузумаб	CD40	Гематологические злокачественные новообразования
Даклизумаб	CD25	Предотвращение отторжения трансплантатов органов
Далотузумаб	рецептор инсулиноподобного фактора роста I	Злокачественная опухоль
Даратумомаб	CD38	Злокачественная опухоль
Демцизумаб	DLL4	Злокачественная опухоль
Деносумаб	RANKL	Остеопороз, костные метастазы
Детумомаб	В-клеточная лимфома	Лимфома
Дорлимомаб аритокс	неопределено	Злокачественная опухоль
Дрозитумаб	DR5	Злокачественная опухоль

Долиготумаб	HER3	Злокачественная опухоль
Дупилумаб	IL4	Атопические заболевания
Дусигитумаб	ILGF2	Злокачественная опухоль
Экроексимаб	Ганглиозид GD3	Злокачественная меланома
Экулизумаб	C5	Пароксизмальная ночная гемоглобинурия
Эдобакомаб	эндотоксин	Сепсис, вызванный грамотрицательными бактериями
Эдреколомаб	ErCam	Колоректальная карцинома
Эфализумаб	LFA-1 (CD11a)	Псориаз (блок миграции Т-клеток)
Эфунгумаб	Hsp90	Инвазивный кандидоз
Элделумаб	Интерферон-гамма-индуцированный белок	Болезнь Крона, язвенный колит
Элотузумаб	SLAMF7	Множественная миелома
Элсимиламаб	IL-6	Злокачественная опухоль
Энаватузумаб	рецептор TWEAK	Злокачественная опухоль
Энлимомаб	ICAM-1 (CD54)	Злокачественная опухоль
Энокузумаб	IL9	Астма
Энотикумаб	DLL4	Злокачественная опухоль
Энситуксимаб	5AC	Злокачественная опухоль
Эпитумомаб цитуксетан	эписиалин	Злокачественная опухоль
Эпратузумаб	CD22	Злокачественная опухоль, SLE
Эрлизумаб	ITGB2 (CD18)	Инфаркт, инсульт, травматический шок
Эртумаксомаб	HER2/Neu, CD3	Рак молочной железы
Этарацизумаб	Интегрин $\alpha_v \beta_3$	Меланома, рак предстательной железы, рак яичников
Этролизумаб	Интегрин $\alpha_7 \beta_7$	Воспалительное заболевание кишечника
Эволокумаб	PCSK9	Гипохолестеринемия
Эксбивирумаб	Поверхностный антиген вируса гепатита	Гепатит В
Фанолесомаб	CD15	Аппендицит (диагностика)
Фаралимомаб	рецептор Интерферона	Злокачественная опухоль
Фарлетузумаб	рецептор фолата 1	Рак яичников
Фасинумаб ^[51]	HNGF	Злокачественная опухоль
Fbta05	CD20	Хронический лимфоцитарный лейкоз
Фелвизумаб	Респираторно-синцитиальный вирус	Инфекция респираторно-синцитиального вируса
Фезаклинумаб	IL-22	Ревматоидный артрит, псориаз
Фиклатузумаб	HGF	Злокачественная опухоль

Фигитумумаб	Рецептор IGF-1	Адренокортикальная карцинома, немелкоклеточный рак легкого
Фалнвотумаб	TYRP1 (гликопротеин 75)	Меланома
Фонтолизумаб	IFN-γ	Болезнь Крона
Форавирумаб	гликопротеин вируса бешенства	Бешенство (профилактика)
Фресолимумаб	TGF-В	Идиопатический легочный фиброз, фокальный сегментарный гломерулосклероз, злокачественная опухоль
Фулранумаб	NGF	Боль
Футуксимаб	EGFR	Злокачественная опухоль
Галиксимаб	CD80	В-клеточная лимфома
Ганитумаб	IGF-I	Злокачественная опухоль
Гантенерумаб	Бета-амилоид	Болезнь Альцгеймера
Гавилимомаб	CD147 (Басигин)	Реакция «трансплантат против хозяина»
Гемтузумаб озогамицин	CD33	Острый миелолейкоз
Гевокизумаб	IL-1β	Диабет
Гирентуксимаб	Карбоангидраза 9 (CA-IX)	Светлоклеточная почечно-клеточная карцинома [64]
Глембатумумаб Ведотин	GPNMB	Меланома, рак молочной железы
Голимумаб	TNF-A	Ревматоидный артрит, псориатический артрит, анкилозирующий спондилит
Гомиликсимаб	CD23 (рецептор Ige)	Аллергическая астма
Гуселкумаб	IL13	Псориаз
Ибритумумаб Тьюксетан	CD20	Неходжкинская лимфома
Икруцумаб	VEGFR-1	Злокачественная опухоль
Иговомаб	CA-125	Рак яичников (диагностика)
Имаб362	Cldn18.2	Желудочно-кишечные аденокарциномы и опухоль поджелудочной железы
Имгатузумаб	EGFR	Злокачественная опухоль
Инклацумаб	селектин Р	Злокачественная опухоль
Индатуксимаб Равтансин	sdc1	Злокачественная опухоль
Инфликсимаб	TNF-A	Ревматоидный артрит, анкилозирующий спондилит, псориатический артрит, псориаз, Болезнь Крона, язвенный колит
Интетумумаб	CD51	Солидные опухоли (рак предстательной железы, меланома)
Инолимомаб	CD25 (А-цепь рецептора IL-2)	Реакция «трансплантат против хозяина»

Инотузумаб озогамицин	CD22	Злокачественная опухоль
Ипилимумаб	CD152	Меланома
Аиратумумаб	CD30 (TNFRSF8)	Лимфома Ходжкина
Итолизумаб	CD6	Злокачественная опухоль
Иксекизумаб	IL-17A	Аутоиммунные заболевания
Келиксимаб	CD4	Хроническая Астма
Лабетузумаб	CEA	Колоректальный рак
Ламбролизумаб	PDCD1	Противоопухолевые агент
Лампализумаб	CFD	Злокачественная опухоль
Лебрикизумаб	IL-13	Астма
Лемалесомаб	NCA-90 (Антиген гранулоцитов)	Диагностический агент
Лерделимуаб	TGF бета 2	Уменьшение рубцевания после хирургии глаукомы
Лехатумумаб	TRAIL-R2	Злокачественная опухоль
Либивирумаб	Поверхностный антиген гепатита В	Гепатит В
Лигелизумаб	IGHE	Злокачественная опухоль
Линтузумаб	CD33	Злокачественная опухоль
Лирилумаб	KIR2D	Злокачественная опухоль
Лоделцизумаб	PCSK9	Гиперхолестеринемия
Лорвотузумаб	CD56	Злокачественная опухоль
Лусатумумаб	CD40	Множественная миелома, неходжкинская лимфома, лимфома Ходжкина
Лумиликсимаб	CD23	Хронический лимфолейкоз
Мапатумумаб	TRAIL-R1	Злокачественная опухоль
Маргетуксимаб	Ch4d5	Злокачественная опухоль
Маврилимуаб	A-цепь рецептора GMCSF	Ревматоидный артрит
Матузумаб	EGFR	Колоректальный рак, рак легких и желудка
Меполизумаб	IL-5	Астма и болезни лейкоцитов
Метелимуаб	TGF бета-1	Системная склеродермия
Милатузумаб	CD74	Множественная миелома и другие гемобластозы
Минретумумаб	TAG-72	Злокачественная опухоль
Митумомаб	Ганглиозид GD3	Мелкоклеточный рак легкого
Могамулизумаб	CCR4	Злокачественная опухоль
Моролимуаб	резус-фактор	Злокачественная опухоль
Мотавизумаб	Респираторно- синцитиальный вирус	Респираторно-синцитиальный вирус (профилактика)
Моксетумумаб Пасудотокс	CD22	Злокачественная опухоль

Муромонаб-CD3	CD3	Предотвращение отторжения трансплантатов органов
Насоломаб Тафенатокс	Антиген C242	Колоректальный рак
Намилумаб	CSF2	Злокачественная опухоль
Наптумомаб Естафенатокс	5T4	Немелкоклеточный рак легких, рак почки
Нарнатумаб	RON	Злокачественная опухоль
Натализумаб	Интегрин A4	Рассеянный склероз, болезнь Крона
Небацумаб	эндотоксин	Сепсис
Нецитумумаб	EGFR	Немелкоклеточный рак легкого
Нерелимомаб	TNF-A	Злокачественная опухоль
Несвацумаб	Ангиопоэтин 2	Злокачественная опухоль
Нимотузумаб	EGFR	Плоскоклеточный рак, Рак головы и шеи, рак носоглотки, глиома
Ниволумаб	IgG4	Злокачественная опухоль
Нофегумомаб Мерпентан	неопределено	Злокачественная опухоль
Окаратузумаб	CD20	Злокачественная опухоль
Окрелизумаб	CD20	Ревматоидный артрит, красная волчанка
Одулимомаб	LFA-1 (CD11a)	Предотвращение трансплантации органов, браковке иммунологических заболеваний
Офатумумаб	CD20	Хронический лимфолейкоз
Оларатумаб	PDGF-R A	Злокачественная опухоль
Олокизумаб	IL6	Злокачественная опухоль
Онартузумаб	человеческая рецептор-киназа рассеивающего фактора	Злокачественная опухоль
Онтуксизумаб	TEM1	Злокачественная опухоль
Опортузумаб Монатокс	ErCam	Злокачественная опухоль
Ореговомаб	CA-125	Рак яичников
Ортисумаб	Oxldl	Злокачественная опухоль
Отлертузумаб	CD37	Злокачественная опухоль
Охелумаб	OX-40	Астма
Озанезумаб	NOGO-A	ALS и рассеянный склероз
Озорализумаб	TNF-A	Воспаление
Пагибахимаб	липотейхоевая кислота	Сепсис (<i>Staphylococcus</i>)
Паливизумаб	F-белок респираторного синцитиального вируса	Респираторно-синцитиальный вирус (профилактика)
Панитумумаб	EGFR	Колоректальный рак
Панкомаб	опухоль-специфическое	Рак яичников

	ликозилирование MUC1	
Панобасумаб	<i>Pseudomonas Aeruginosa</i>	Инфекция <i>Pseudomonas Aeruginosa</i>
Парсатузумаб	EGFL7	Злокачественная опухоль
Пассолизумаб	IL-4	Астма
Патеклизумаб	LTA	TNF
Патритумаб	HER3	Злокачественная опухоль
Пемтумомаб	MUC1	Злокачественная опухоль
Перакизумаб	IL17A	Артрит
Пертузумаб	HER2/Neu	Злокачественная опухоль
Пекселизумаб	C5	Снижение побочных эффектов кардиохирургии
Пидилизумаб	PD-1	Рак и инфекционные заболевания
Пинатузумаб Ведотин	CD22	Злокачественная опухоль
Пинтумомаб	Антиген Аденокарциномы	Аденокарцинома
Пласулумаб	человеческий TNF	Злокачественная опухоль
Полатузумаб Ведотин	CD79B	Злокачественная опухоль
Понезумаб	Человеческий бета-амилоид	Болезнь Альцгеймера
Притохахимаб	токсин Шиги 1 типа <i>E. Coli</i>	Злокачественная опухоль
Притумумаб	Виментин	Рак мозга
Pro 140	CCR5	HIV-инфекция
Квилизумаб	IGHE	Злокачественная опухоль
Ракотумомаб	N-гликолилнейраминовая кислота	Злокачественная опухоль
Радретумаб	экстрадомен-В Фибронектина	Злокачественная опухоль
Рафивирумаб	гликопротеин вируса бешенства	Бешенство (профилактика)
Рамусирумаб	VEGFR2	Солидные опухоли
Ранибизумаб	VEGF-A	Макулярная дегенерация (Влажная форма)
Раксибацумаб	Токсин сибирской язвы, защитный антиген	Сибирская язва (профилактика и лечение)
Регавирумаб	гликопротеин В цитомегаловируса	Цитомегаловирусная инфекция
Реслизумаб	IL-5	Воспаления Airways, кожи и желудочно-кишечного тракта
Рилотумумаб	HGF	Солидные опухоли
Ритуксимаб	CD20	Лимфомы, лейкозы, некоторые аутоиммунные расстройства

Робатумумаб	Рецептор IGF-1	Злокачественная опухоль
Роледумаб	RHD	Злокачественная опухоль
Ромосозумаб	Склеростин	Остеопороз
Ронгализумаб	IFN- α	Системная красная волчанка
Ровелизумаб	CD11, CD18	Геморрагический шок
Руплизумаб	CD154 (CD40L)	Ревматические заболевания
Самализумаб	CD200	Злокачественная опухоль
Сарилумаб	IL6	Ревматоидный артрит, анкилозирующий спондилит
Сатумомаб Пендетид	TAG-72	Злокачественная опухоль
Сесукинумаб	IL-17A	Увеит, ревматоидный артрит, псориаз
Серибантумаб	ErbB3	Злокачественная опухоль
Сетоксаксимаб	токсин Шиги 1 типа <i>E. Coli</i>	Злокачественная опухоль
Севирумаб	цитомегаловирус	Цитомегаловирусная инфекция
Сибротузумаб	FAP	Злокачественная опухоль
Sgn-CD19a	CD19	Острый лимфобластный лейкоз и В-клеточная неходжкинская лимфома
Sgn-CD33a	CD33	Острый миелоидный лейкоз
Сифалимумаб	IFN-A	SLE, дерматомиозит, полимиозит
Силтуксимаб	IL-6	Злокачественная опухоль
Симтузумаб	LOXL2	Фиброз
Сиплизумаб	CD2	Псориаз, трансплантат против хозяина (профилактика)
Сирукумаб	IL-6	Ревматоидный артрит
Соланезумаб	Бета-амилоид	Болезнь Альцгеймера
Солитомаб	ErCam	Злокачественная опухоль
Сонепсизумаб	Сфингозин-1-фосфат	Хориоидальная м ретинальная неоваскуляризация
Сонтузумаб	эписиалин	Злокачественная опухоль
Стамулумаб	Миостатин	Мышечная дистрофия
Сулесомаб	NCA-90 (гранулоцитов Антиген)	Остеомиелит
Сувизумаб	HIV-1	Вирусные инфекции
Табалумаб	BAFF	В-клеточные злокачественные неоплазии
Такатузумаб Тетраксетан	Альфа-фетопроtein	Злокачественная опухоль
Тадоцизумаб	Интегрин АПВ β 3	Чрезкожное коронарное вмешательство
Танезумаб	NGF	Боль
Таплидумомаб паптокс	CD19	Злокачественная опухоль

Тефибазумаб	фактор агглютинации А	Инфекция <i>Staphylococcus Aureus</i>
Телимомаб	неопределено	Злокачественная опухоль
Тенатумомаб	тенасцин С	Злокачественная опухоль
Тенеликсимаб	CD40	Злокачественная опухоль
Тепротумумаб	CD221	Гематологические Опухоли
Тицилимумаб	CTLA-4	Злокачественная опухоль
Тилдракизумаб	IL23	Иммунологически опосредованные воспалительные расстройства
Тигатузумаб	TRAIL-R2	Злокачественная опухоль
Тпх-650	IL-13	Лимфома Ходжкина
Тоцилизумаб	рецептор IL-6	Ревматоидный артрит
Торализумаб	CD154 (CD40L)	Ревматоидный артрит, волчаночный нефрит
Тозитумомаб	CD20	Фолликулярная лимфома
Товетумаб	CD140a	Злокачественная опухоль
Тралокинумаб	IL-13	Астма
трастузумаб	HER2/Neu	Рак молочной железы
Trbs07	Gd2	Меланома
Тремелимумаб	CTLA-4	Злокачественная опухоль
Тукотузумаб Целмолейкин	ЕpCam	Злокачественная опухоль
Тувирумаб	Вирус гепатита В	Хронический гепатит В
Ублигуксимаб	MS4A1	Злокачественная опухоль
Урелумаб	4-1BB	Злокачественная опухоль
Уртоксазумаб	Escherichia Coli	Диарея, вызванная <i>E. Coli</i>
Устекинумаб	IL-12, IL-23	Рассеянный склероз, псориаз, псориатический артрит
Вантистумаб	рецептор Frizzled	Злокачественная опухоль
Вапаликсимаб	AOC3 (VAP-1)	Злокачественная опухоль
Вателизумаб	ITGA2	Злокачественная опухоль
Ведолизумаб	Интегрин A4β7	Болезнь Крона, язвенный колит
Велтузумаб	CD20	Неходжкинская лимфома
Вепалимомаб	AOC3 (VAP-1)	Воспаление
Весенцумаб	NRP1	Злокачественная опухоль
Волосиксимаб	Интегрин A5β1	Солидные опухоли
Ворсетузумаб	CD70	Злокачественная опухоль
Вотумумаб	Опухолевый антиген CTAA16.88	Колоректальные опухоли
Залутумумаб	EGFR	Плоскоклеточный рак головы и шеи
Затуксимаб	HER1	Злокачественная опухоль
Зиралимумаб	CD147	Злокачественная опухоль
Золимомаб Аритокс	CD5	Системная красная волчанка, трансплантат против хозяина

Антиген, ассоциированный с заболеванием, может характерно экспрессироваться в патоген-инфицированной клетке или в клетках злокачественных опухолей и процессироваться и презентироваться на клеточной поверхности в контексте комплекса МНС, но не экспрессироваться характерным образом в нормальной клетке. Антитела, которые распознают такие пептидные фрагменты, известны в данной области техники или могут быть получены с использованием хорошо известных способов, в том числе тех, которые описаны в публикации WO 2002/014870.

Полипептиды триспецифичных связывающих молекул по настоящему изобретению могут быть адаптированы для включения варибельного домена легкой цепи и варибельного домена тяжелой цепи (в случае первой и второй полипептидных цепей таких молекул) или тяжелой или легкой цепей (в случае третьей и четвертой полипептидных цепей таких молекул) таких антител. Таким образом, описанные выше антитела могут быть использованы для получения триспецифичных связывающих молекул по настоящему изобретению, чей сайт А, сайт В или сайт С способен связываться с эпитопом таких антигенов, ассоциированных с заболеванием.

В. Предпочтительные структурные атрибуты.

Как правило, триспецифичные связывающие молекулы рассматриваемых молекул будут включать четыре различные полипептидные цепи, каждая из которых имеет аминоконец и карбоксильный конец (см. фиг. 4А-4D), при этом молекулы могут содержать меньшее или большее количество полипептидных цепей путем слияния таких полипептидных цепей друг с другом (например, через пептидную связь) или путем деления таких полипептидных цепей с образованием дополнительных цепей полипептидов или путем ассоциации меньшего или большего количества дополнительных полипептидных цепей с помощью дисульфидных связей. Фиг. 4Е-4J иллюстрируют этот аспект настоящего изобретения путем схематического отображения таких молекул, имеющих три полипептидные цепи. Фиг. 4К-4L иллюстрируют этот аспект настоящего изобретения путем схематического отображения молекул, имеющих пять полипептидных цепей.

Различные иммуноглобулиновые домены таких молекул могут быть получены из иммуноглобулинов любого изотипа или аллотипа в том числе, без ограничения перечисленным, IgA, IgD, IgG, IgE и IgM. В предпочтительных воплощениях, как описано ниже, такие иммуноглобулины получены из иммуноглобулина IgG. В конкретных воплощениях настоящего изобретения используемый изотип IgG представляет собой IgG1, однако могут быть использованы IgG других изотипов (например, IgG2, IgG3 или IgG4 или их аллотипы). Если согласно настоящему изобретению используется Fc-домен IgG4, то настоящее изобретение охватывает введение стабилизирующей мутации, такой как S228P, согласно нумерации по индексу EU, как указано у Kabat (Lu et al. (2008) "The Effect Of A Point Mutation On The Stability Of Igg4 As Monitored By Analytical Ultracentrifugation", J. Pharmaceutical Sciences 97:960-969), для того, чтобы уменьшить частоту обмена цепей. Другие стабилизирующие мутации, известные в данной области, могут быть введены в Fc-домен IgG4 (Peters, P. et al. (2012) "Engineering an Improved IgG4 Molecule with Reduced Disulfide Bond Heterogeneity and Increased Fab Domain Thermal Stability", J. Biol. Chem., 287:24525-24533; PCT Patent Publication № WO 2008/145142). Так как замены N297A, L234A, L235A и D265A отменяют эффекторную функцию в обстоятельствах, при которых эффекторная функция является желательной, будет предпочтительно не использовать эти замены.

Фиг. 4А-4D обеспечивают схематическое представление доменов предпочтительных триспецифичных связывающих молекул. Фиг. 4А и 4В, соответственно, схематически иллюстрируют домены предпочтительных триспецифичных связывающих молекул, в которых связывающий домен, не относящийся к типу диатела, представляет собой связывающий домен Fab-типа или связывающий домен рецепторного типа. Фиг. 4С и 4D, соответственно, схематически иллюстрируют домены предпочтительных триспецифичных связывающих молекул, имеющих различные ориентации доменов, где связывающий домен, не относящийся к типу диатела, представляет собой связывающий домен Fab-типа или связывающий домен рецепторного типа.

Как было указано выше, один из эпитопа I, эпитопа II или эпитопа III, которые связаны со связывающими доменами таких примерных предпочтительных триспецифичных связывающих молекул, может быть эпитопом антигена, ассоциированного с заболеванием. Наиболее предпочтительно, если связывающий домен такой примерной предпочтительной триспецифичной связывающей молекулы, которая связывается с таким эпитопом антигена, ассоциированного с заболеванием, представляет собой связывающий домен Fab-типа. Полипептиды таких триспецифичных связывающих молекул по настоящему изобретению могут быть адаптированы для включения переменного легкого и переменного тяжелого доменов (в случае первой и второй полипептидных цепей таких молекул) или тяжелой или легкой цепей (в случае третьей и четвертой полипептидных цепей таких молекул). Таким образом, такие антитела могут быть использованы для получения триспецифичных связывающих молекул по настоящему изобретению, чей сайт А, сайт В или сайт С способен связываться с эпитопом таких антигенов, ассоциированных с заболеванием.

1. Предпочтительная первая полипептидная цепь.

Первая полипептидная цепь предпочтительной триспецифичной связывающей молекулы по настоящему изобретению будет содержать переменный домен легкой цепи, способный связываться с эпитопом I (VL_I), переменный домен тяжелой цепи, способный связываться с эпитопом II (VH_{II}), цистеиновый остаток или цистеинсодержащий домен, домен, способствующий гетеродимеризации, и СН3-СН2-домен.

Поскольку переменный домен легкой цепи и переменный домен тяжелой цепи первого полипептида направлены на различные эпитопы, они не могут ассоциировать друг с другом, образуя связывающий домен, который способен связывать либо эпитоп I, либо эпитоп II. Переменный домен легкой цепи и переменный домен тяжелой цепи первого полипептида разнесены друг от друга с помощью промежуточного пептидного линкера, который является достаточно коротким, чтобы, по существу, предотвратить ассоциацию этих доменов. Примерный линкер, называемый "линкер 1", имеет последовательность (SEQ ID NO: 33): GGSGGGG.

Переменный домен тяжелой цепи первого полипептида и домен, способствующий гетеродимеризации, из этого полипептида предпочтительно разнесены друг от друга с помощью промежуточного линкерного пептида, который содержит 1, 2, 3 или более остатков цистеина. Предпочтительный цистеин-

содержащий домен ("линкер 2") имеет последовательность, которая представляет собой SEQ ID NO: 2: GGCGGG. В ином случае или дополнительно может быть использован цистеинсодержащий домен, способствующий гетеродимеризации, как описано ниже.

Таким образом, в некоторых воплощениях один или несколько остатков цистеина (или цистеинсодержащий домен, например цистеинсодержащий пептидный линкер) будут включены в первую полипептидную цепь (и/или во вторую, третью, четвертую или дополнительные цепи полипептида триспецифичных связывающих молекул по настоящему изобретению), чтобы ковалентно связывать две такие полипептидные цепи вместе, в то время как в эквивалентных воплощениях такой цистеиновый остаток(ки) может быть введен в виде домена, способствующего гетеродимеризации, или в другой домен с целью достижения того же результата.

Домен, способствующий гетеродимеризации, первого полипептида и домен, способствующий гетеродимеризации, второго полипептида выбираются скоординированно. Домены отличаются друг от друга и предназначены для того, чтобы связываться друг с другом с тем, чтобы содействовать объединению первой и второй полипептидных цепей. Например, один из доменов, способствующих гетеродимеризации, будет разработан так, чтобы он имел отрицательный заряд при pH 7, в то время как другой из второй полипептидной цепи будет сконструирован так, чтобы иметь положительный заряд при pH 7. Наличие таких заряженных доменов способствует связи между первым и вторым полипептидами, и, таким образом, способствует гетеродимеризации. Несущественно, который из доменов, способствующих гетеродимеризации, предлагается каждой из цепей, при условии, что домены, используемые в первой и второй полипептидных цепях, отличаются так, чтобы способствовать гетеродимеризации между этими цепями.

В предпочтительном воплощении домен, способствующий гетеродимеризации, первой полипептидной цепи является либо доменом с E-спиралью (SEQ ID NO: 3): **E VAAL E K E VAAL E K E VAAL E K E VAAL E K**, либо доменом с K-спиралью

(SEQ ID NO: 4): **K VAAL K E K VAAL K E K VAAL K E K VAAL K E**.

Более предпочтительно, если первая полипептидная цепь будет иметь домен с E-спиралью. Первая полипептидная цепь может содержать только один такой спиральный разделитель, или может содержать более одного такого спирального разделителя (например, два разделителя) и может иметь одинаковый заряд, а предпочтительно противоположный заряд.

В предпочтительном воплощении домен, способствующий гетеродимеризации, первой полипептидной цепи будет содержать либо четыре тандемных спиральных домена E-спираль (SEQ ID NO: 3: **E VAAL E K- E VAAL E K- E VAAL E K- E VAAL E K**), чьи остатки глутамата дают отрицательный заряд при pH 7, либо четыре тандемных домена K-спираль (SEQ ID NO: 4: **K VAAL K E- K VAAL K E- K VAAL K E- K VAAL K E**), чьи остатки лизина дают положительный заряд при pH 7. Присутствие таких заряженных доменов способствует связи между первой и второй полипептидными цепями и, таким образом, способствует гетеродимеризации. Особенно предпочтительным является домен, способствующий гетеродимеризации, в котором один из четырех тандемных спиральных доменов E-спираль SEQ ID NO: 3 или SEQ ID NO: 4 был модифицирован включением остатка цистеина **E VAA CE K- EVAALE K- E VAAL E K- E VAAL EK** (SEQ ID NO: 115), или в котором один из четырех тандемных спиральных доменов K-спираль SEQ ID NO: 4 был модифицирован включением остатка цистеина **K VAA CK E- K VAAL KE- K VAAL KE- K VAAL KE** (SEQ ID NO: 116).

Другие домены с E-спиралью и K-спиралью, которые могут быть использованы в соответствии с настоящим изобретением, описаны в Woolfson, D.N. (2005) "The Design Of Coiled-Coil Structures And Assemblies", Adv. Prot. Chem. 70:79-112; Strausman, R. et al. (2007) "Kinking the Coiled Coil - Negatively Charged Residues at the Coiled-coil Interface", J. Molec. Biol. 366:1232-1242; Apostolovic, B. et al. (2008) "pH-Sensitivity of the E3/K3 Heterodimeric Coiled Coil", Biomacromolecules 9:3173-3180; Arndt, K.M. et al. (2001) "Helix-stabilized Fv (hsFv) Antibody Fragments: Substituting the Constant Domains of a Fab Fragment for a Heterodimeric Coiled-coil Domain", J. Molec. Biol. 312:221-228; Steinkruger, J.D. et al. (2012) "The d'-d'-d' Vertical Triad is Less Discriminating Than the a'-a'-a' Vertical Triad in the Antiparallel Coiled-coil Dimer Motif", J. Amer. Chem. Soc. 134(5):2626-2633; Ghosh, T.S. et al. (2009) "End-To-End And End-To-Middle Interhelical Interactions: New Classes Of Interacting Helix Pairs In Protein Structures", Acta Crystallographica D65:1032-1041; Grigoryan, G. et al. (2008) "Structural Specificity In Coiled-Coil Interactions", Curr. Opin. Struc. Biol. 18:477-483; Boucher, C. et al. (2010) "Protein Detection By Western Blot Via Coiled-Coil Interactions", Analytical Biochemistry 399:138-140; Cachia, P.J. et al. (2004) "Synthetic Peptide Vaccine Development: Measurement Of Polyclonal Antibody Affinity And Cross-Reactivity Using A New Peptide Capture And Release System For Surface Plasmon Resonance Spectroscopy", J. Mol. Recognit. 17:540-557; De Crescenzo, G.D. et al. (2003) "Real-Time Monitoring of the Interactions of Two-Stranded de novo Designed Coiled-Coils: Effect of Chain Length on the Kinetic and Thermodynamic Constants of Binding", Biochemistry 42:1754-1763; Fernandez-Rodriguez, J. et al. (2002) "Kinetic Analysis of the Interactions between Troponin C and the C-terminal Troponin I Regulatory Region and Validation of a New Peptide Delivery/Capture System used for Surface Plasmon Resonance", J. Molec. Biol. 323:345-362; и Zeng, Y. et al. (2008) "A Ligand-Pseudoreceptor Sys-

tem Based On de novo Designed Peptides For The Generation Of Adenoviral Vectors With Altered Tropism", J. Gene Med. 10:355-367).

Предпочтительно, если используемые домен, способствующий гетеродимеризации, и CH2-CH3-домен первой полипептидной цепи разнесены друг от друга промежуточным цистеинсодержащим линкерным пептидом, который обеспечивает улучшенную стабилизацию домена, содействующего гетеродимеризации. Предпочтительный цистеинсодержащий линкерный пептид ("линкер 3") имеет аминокислотную последовательность (SEQ ID NO: 5): DKTHTCPPCP.

Аминокислотная последовательность CH2-CH3-домена дикого типа выглядит следующим образом (нумерация, как в индексе EU, по Kabat et al. (1992) Sequences Of Proteins Of Immunological Interest, National Institutes of Health Publication № 91-3242) (SEQ ID NO: 6):

```

| CH2 →
APELLGGPS  VFLFPPKPKD  TLMISRTPEV  TCVVVDVSHE  DPEVKFNWYV
DGVEVHNAKT
231 240 250 260 270 280
←CH2 | CH3→
KPREEQYNST  YRVVSVLTVL  HQDWLNGKEY  KCKVSNKALP  APIEKTISKA  K
GQPREPQVY
290 300 310 320 330 340
TLPPSREEMT  KNQVSLTCLV  KGFYPSDIAV  EWESNGQPEN  NYKTTTPVLD
SDGSFFLYSK
350 360 370 380 390 400
←CH3 |
LTVDKSRWQQ  GNVFSCSVMH  EALHNHYTQK  SLSLSPGK
410 420 430 440

```

В некоторых системах экспрессии С-концевой аминокислотный остаток CH3-домена может быть посттрансляционно удален. Соответственно, С-концевой остаток CH3-домена является необязательным аминокислотным остатком.

CH2-CH3-домен первой полипептидной цепи предпочтительно может быть модифицирован так, чтобы способствовать гетеродимеризации между CH2-CH3-доменом третьей полипептидной цепи (см. ниже). Например, аминокислотная замена (предпочтительно замена аминокислотой, содержащей объемную боковую группу, образующую "выпуклость", например триптофан) может быть введена в CH2- или CH3-домен таким образом, чтобы стерические помехи предотвращали взаимодействие с доменом со схожей мутацией, и помогла спариванию с доменом, в который была введена комплементарная или вмещающая мутация, т.е. "углубление" (например, замена глицином). Такие наборы мутаций могут быть сконструированы в любой паре полипептидов, содержащихся в молекуле диатела, и более того, могут быть сконструированы в любой части полипептидных цепей указанной пары. Методы белковой инженерии, способствующие гетеродимеризации относительно гомодимеризации, хорошо известны в данной области техники, в частности, в отношении инженерии иммуноглобулин-подобных молекул, и охвачены в данном описании (см., например, патент США № 7695936 и пат. публ. 2007/0196363, Ridgway et al. (1996) "Knobs-Into-Holes' Engineering Of Antibody CH3 Domains For Heavy Chain Heterodimerization", Protein Engr. 9:617-621, Atwell et al. (1997) "Stable Heterodimers From Remodeling The Domain Interface Of A Homodimer Using A Phage Display Library", J. Mol. Biol. 270: 26-35, и Xie et al. (2005) "A New Format Of Bi-specific Antibody: Highly Efficient Heterodimerization, Expression And Tumor Cell Lysis", J. Immunol. Methods 296:95-101; каждый из которых включен в описание данного документа ссылкой во всей полноте). Предпочтительная выпуклость создается путем изменения нативного Fc-домена IgG модификацией T366W. Предпочтительное углубление создается путем модификации нативного Fc-домена IgG модификациями T366S, L368A и Y407V. Для облегчения очистки гомодимера полипептидной цепи "углубление-выпуклость" из конечных триспецифичных связывающих молекул, полипептидная цепь, содержащая мутации углубления, дополнительно включает замену в положении 435 (H435R) для того, чтобы удалить участок связывания с протеином А. Таким образом, гомодимеры полипептидов, содержащих мутации углубления, не будут связываться с протеином А, в то время как триспецифичные связывающие молекулы, которые образуют в результате гомодимеры, содержащие выпуклость и углубление, будут сохранять способность связывать протеин А через участок связывания протеина А на полипептидной цепи, содержащей мутацию выпуклости (knob).

CH2-CH3-домен первой полипептидной цепи предпочтительно будет модифицирован для того, чтобы уменьшить или отменить связывание Fc с Fc-рецепторами. Такие мутации хорошо известны в данной области и включают замены в положениях 234, 235, 265 и 297 (см. патент США № 5624821). Предпочтительные замены включают одну или несколько из числа L234A и L235A, D265A и N297Q.

Предпочтительно, следовательно, если CH2-CH3-домен первой полипептидной цепи будет иметь последовательность с "выпуклостью" (SEQ ID NO: 7)

```
APEAAGGPSV  FLFPPKPKDT  LMISRTPEVT  CVVVVDVSHED  PEVKFNWYVD
GVEVHNAKTK  PREEQYNSTY  RVVSVLTVLH  QDWLNGKEYK  CKVSNKALPA
PIEKTISKAK  GQPREPQVYT  LPPSREEMTK  NQVSLWCLVK  GFYPSDIAVE
WESNGQPENN  YKTPPVLDS  DGSFFLYSKL  TVDKSRWQQG  NVFSCSVMHE
ALHNHYTQKS  LSLSPGK
```

или последовательность с "углублением" с заменой H435R для отмены связывания с протеином А (SEQ ID NO: 8)

```
APEAAGGPSV  FLFPPKPKDT  LMISRTPEVT  CVVVVDVSHED  PEVKFNWYVD
GVEVHNAKTK  PREEQYNSTY  RVVSVLTVLH  QDWLNGKEYK  CKVSNKALPA
PIEKTISKAK  GQPREPQVYT  LPPSREEMTK  NQVSLSCAVK  GFYPSDIAVE
WESNGQPENN  YKTPPVLDS  DGSFFLYSKL  TVDKSRWQQG  NVFSCSVMHE
ALHNRYTQKS  LSLSPGK
```

Предпочтительно, если первая полипептидная цепь будет иметь последовательность CH2-CH3, "несущую выпуклость", как, например, SEQ ID NO: 7.

Как будет понятно, CH2-CH3-домен с "углублением" (например, SEQ ID NO: 8) можно использовать в третьей полипептидной цепи, и в этом случае CH2-CH3-домен с "выпуклостью" (например, SEQ ID NO: 7) будет использоваться в первой полипептидной цепи.

Таким образом, резюмируя, предпочтительная первая полипептидная цепь предпочтительной триспецифичной связывающей молекулы по настоящему изобретению будет содержать домены и линкеры (VL_I-домен)-(линкер 1)-(VH_{II} домен)-(цистеинсодержащий домен (линкер 2))-(домен E-спирали, способствующий гетеродимеризации)-(линкер 3)-(CH2-CH3-домен, несущий выпуклость) или (VL_I-домен) - (линкер 1)-(VH_{II} домен)-(линкер 2)-(домен E-спирали, способствующий гетеродимеризации)-(линкер 3)-(CH2-CH3-домен, несущий выпуклость).

2. Предпочтительная вторая полипептидная цепь.

Вторая полипептидная цепь таких предпочтительных триспецифичных связывающих молекул будет включать в направлении от N-конца к C-концу варибельный домен легкой цепи, способный связываться с эпитопом II (VL_{II}), варибельный домен тяжелой цепи, способный связываться к эпитопом I (VH_I), остаток цистеина или цистеинсодержащий домен и домен, способствующий гетеродимеризации.

Поскольку варибельный домен легкой цепи и варибельный домен тяжелой цепи второго полипептида направлены на различные эпитопы, они не могут ассоциировать друг с другом, образуя связывающий домен, который способен связывать либо эпитоп I, либо эпитоп II. Варибельный домен легкой цепи и варибельный домен тяжелой цепи второго полипептида разнесены друг от друга с помощью промежуточного линкерного пептида, который является достаточно коротким, чтобы, по существу, предотвратить ассоциацию этих доменов. "Линкер 1", имеющий последовательность (SEQ ID NO: 1): GGGSGGGG, является примерным линкером для этой цели.

Как и в случае первой полипептидной цепи, варибельный домен тяжелой цепи второго полипептида и домен, способствующий гетеродимеризации, этого полипептида предпочтительно разнесены друг от друга с помощью промежуточного цистеинсодержащего домена, который содержит 1, 2, 3 или более остатков цистеина. "Линкер 2", имеющий последовательность (SEQ ID NO: 2) GGCGGG, является примерным линкером для этой цели. Такие остатки цистеина могут образовывать дисульфидные связи с остатками цистеина в цистеинсодержащем спейсерном пептиде, отделяющем варибельный домен тяжелой цепи первого полипептида и домен, способствующий гетеродимеризации, этого полипептида. Таким образом, первый и второй полипептиды триспецифичных связывающих молекул по настоящему изобретению ковалентно связаны друг с другом. В ином случае может быть использован цистеинсодержащий домен, способствующий гетеродимеризации, как описано выше.

Как уже обсуждалось выше, домен, способствующий гетеродимеризации, на второй полипептидной цепи выбирают таким образом, чтобы он координировался с доменом, способствующим гетеродимеризации, на первой полипептидной цепи. Таким образом, в предпочтительном воплощении изобретения домен, способствующий гетеродимеризации, первой полипептидной цепи является либо доменом с К-спиралью (например, SEQ ID NO: 4 или SEQ ID NO: 116), либо доменом с E-спиралью (например, SEQ ID NO: 3 или SEQ ID NO: 115). Так как первая полипептидная цепь будет предпочтительно включать домен с E-спиралью, то вторая полипептидная цепь предпочтительно будет содержать домен с К-спиралью.

Поскольку первая и вторая полипептидные цепи являются полипептидными цепями диатела, то они способны связываться вместе с образованием домен I-связывающего домена (VLA/VHA), который распознает и иммуноспецифично связывается с эпитопом, I, и домен II-связывающего домена (VLB/VHB), который распознает и иммуноспецифично связывается с эпитопом II.

Таким образом, резюмируя, предпочтительная вторая полипептидная цепь предпочтительной триспецифичной связывающей молекулы по настоящему изобретению будет содержать домены и линкеры (VL_{II} домен)-(линкер 1)-(VH_I домен)-(цистеинсодержащий домен (линкер 2))-(домен К-спирали, способствующий гетеродимеризации) или (VL_{II} домен)-(линкер 1)-(VH_I домен)-(линкер 2)-(цистеинсодержащий домен К-спирали, способствующий гетеродимеризации).

3. Предпочтительная третья полипептидная цепь.

Третья полипептидная цепь предпочтительной триспецифичной связывающей молекулы по настоящему изобретению представляет собой полипептид, который включает в направлении от N-конца к С-концу связывающий домен, цистеинсодержащий домен, который необязательно может включать СН1-шарнирный домен и СН2-СН3-домен. Связывающий домен третьей полипептидной цепи предпочтительной триспецифичной связывающей молекулы по настоящему изобретению, может представлять собой вариабельный домен тяжелой цепи, способной связываться с эпитопом III (VH_{III}), и в этом случае четвертая полипептидная цепь предпочтительной триспецифичной связывающей молекулы по настоящему изобретению (обсуждается ниже) представляет собой полипептид, который содержит вариабельный домен легкой цепи, способный связываться с эпитопом, III (VL_{III}), таким образом, что связывающий домен способен иммуноспецифично связываться с антигеном, обладающим эпитопом III. В ином случае связывающий домен третьей полипептидной цепи предпочтительных триспецифичных связывающих молекул по настоящему изобретению может включать связывающий домен по типу Т-клеточного рецептора, и в этом случае четвертая полипептидная цепь предпочтительных триспецифичных связывающих молекул по настоящему изобретению (обсуждается ниже) представляет собой полипептид, который включает комплементарный связывающий домен по типу Т-клеточного рецептора, таким образом, что взаимодействие двух полипептидных цепей образует связывающий домен, способный физиоспецифически связывать молекулу антигена, презентированную комплексом МНС, расположенным на поверхности клетки. Третья полипептидная цепь может быть выделена из естественных антител. В ином случае она может быть сконструирована рекомбинантным способом. Примерный СН1-домен представляет собой СН1-домен IgG1 человека, имеющий аминокислотную последовательность (SEQ ID NO: 9):

ASTKGPSVFP LAPSSKSTSG GTAALGCLVK DYFPEPVTVS WNSGALTSGV

HTFPAVLQSS GLYSLSSVVT VPSSSLGTQT YICNVNHNKPS NTKVDKKV

Примерный шарнирный домен представляет собой шарнирный домен IgG1 человека, имеющий аминокислотную последовательность (SEQ ID NO: 10): EPKSCDKTHTCPPCP.

Как будет понятно, примерный шарнирный домен содержит несколько остатков цистеина (Elkabetz et al. (2005) "Cysteines In CH1 Underlie Retention Of Unassembled Ig Heavy Chains", J. Biol. Chem. 280:14402-14412), которые могут участвовать в ковалентной связи между цепями. В ином случае может быть использован другой цистеинсодержащий домен (например, пептид, имеющий аминокислотную последовательность:

VEPKSC (SEQ ID NO: 12), AEPKSC (SEQ ID NO: 127), GVEPKSC (SEQ ID NO: 133) или GGCGGG (SEQ ID NO: 2)).

Хотя может быть использован СН2-СН3-домен дикого типа, предпочтительно, как описано выше, использовать модифицированный СН2-СН3-домен, который способствует гетеродимеризации с СН3-СН2-доменом первой полипептидной цепи.

Предпочтительно, следовательно, если СН2-СН3-домен третьей полипептидной цепи будет СН2-СН3-доменом с "углублением", чья аминокислотная последовательность является комплементарной СН2-СН3-домену с "выпуклостью" (SEQ ID NO: 7), реализуемому в первом полипептиде. Как уже обсуждалось выше, СН2-СН3-домен с "углублением" предпочтительно должен содержать замену в положении 435 (H435R) для удаления участка связывания с протеином А. Примерный СН2-СН3-домен СН2-СН3-домен с "углублением" с заменой H435R для третьего полипептида представляет собой SEQ ID NO: 8.

Как будет понятно, СН2-СН3-домен с "выпуклостью" (например, SEQ ID NO: 7) можно использовать в третьей полипептидной цепи, и в этом случае СН2-СН3-домен с "углублением" (например, SEQ ID NO: 8) будет использоваться в первой полипептидной цепи.

В воплощении, в котором третья (и четвертая) полипептидные цепи предпочтительных триспецифичных связывающих молекул по настоящему изобретению, каждая, содержит полипептидную цепь связывающего домена по типу Т-клеточного рецептора, который распознает антиген, презентированный на клеточной поверхности в контексте МНС I класса. Способы получения таких связывающих доменов по типу Т-клеточного рецептора хорошо известны (например, US 2012/0294874 A1).

Таким образом, резюмируя, третья полипептидная цепь из предпочтительных триспецифичных связывающих молекул настоящего изобретения включает домены и линкеры (VH_{III} домен)-(цистеинсодержащий домен (необязательно СН1-домен и/или шарнирный домен)-(СН2-СН3 домен с "углублением") или (связывающий домен рецепторного типа; его первый или второй полипептид)-цистеинсодержащий домен (необязательно СН1-домен и/или шарнирный домен)-(СН2-СН3 домен с "углублением").

4. Предпочтительная четвертая полипептидная цепь.

Четвертая полипептидная цепь предпочтительных триспецифичных связывающих молекул по настоящему изобретению представляет собой либо полипептид связывающего домена рецепторного типа

(в котором третий и четвертый полипептиды образуют связывающий домен рецепторного типа), или более предпочтительно полипептидную часть легкой цепи вышеуказанного антитела, которая иммуноспецифично связывается с эпитопом III и/или которая комплементарна связывающему домену третьей полипептидной цепи.

Таким образом, если третий и четвертый полипептиды образуют связывающий домен Fab-типа, такая четвертая полипептидная цепь содержит в направлении от N-конца к C-концу переменный домен легкой цепи, способный связываться с эпитопом III (VL_{III}), и цистеинсодержащий домен, содействующий ковалентному связыванию с третьей полипептидной цепью, или связывающий домен и такой цистеинсодержащий домен, содействующий ковалентному связыванию с третьей полипептидной цепью. Такой цистеинсодержащий домен может быть CL-доменом или его цистеинсодержащей частью, например (SEQ ID NO: 11) FNRGEC или (SEQ ID NO: 128) GFNRGEC, или линкером, таким как линкер 2 (имеющим последовательность (SEQ ID NO: 2) GGCGGG. Примерный цистеинсодержащий пептид, который образует дисульфидные связи с таким линкером 2, содержит аминокислотную последовательность VERKSC (SEQ ID NO: 12) или шарнирный домен.

Четвертая полипептидная цепь может быть выделена из природных антител. В ином случае она может быть сконструирована рекомбинантным способом. Предпочтительный CL-домен представляет собой CL к домен IgG1 человека, имеющий аминокислотную последовательность (SEQ ID NO: 13)

RTVAAPSVFI FPPSDEQLKS GTASVVCLLN NFYPREAKVQ WKVDNALQSG
NSQESVTEQD SKDSTYSLSS TLTLKADYE KHKVYACEVT HQLGSSPVTK SFNRGEC

В ином случае примерный CL-домен представляет собой CL λ 2 домен IgG1 человека, имеющий аминокислотную последовательность (SEQ ID NO: 14)

QPKAAPSVTL FPPSSEELQA NKATLVCLIS DFYPGAVTVA WKADSSPVKA
GVETTPSKQS NNKYAASSYL SLTPREQWKS RSYSCQVTHE GSTVEKTVAP TECS

Как можно заметить, CL-домен или другой цистеинсодержащий домен четвертой полипептидной цепи содержит остатки цистеина, которые способны ковалентно связываться с остатками цистеина цистеинсодержащего домена третьей полипептидной цепи (например, CH1-домена), чтобы, таким образом, образовать ковалентный комплекс третьей и четвертой полипептидных цепей триспецифичных связывающих молекул настоящего изобретения друг с другом. Таким образом, третья и четвертая полипептидные цепи ковалентно связаны друг с другом.

Кроме того, остатки цистеина CH2-CH3-домена первой полипептидной цепи могут образовывать дисульфидные связи с остатками цистеина в CH2-CH3-домене третьей полипептидной цепи. Таким образом, первая и третья полипептидные цепи ковалентно связаны друг с другом.

Таким образом, резюмируя, четвертая полипептидная цепь из предпочтительных триспецифичных связывающих молекул настоящего изобретения включает домены и линкеры (VL_{III} домен)-(цистеинсодержащий домен (необязательно CL-домен) или (связывающий домен рецепторного типа; его первый или второй полипептид)-цистеинсодержащий домен (необязательно CL-домен).

C. Альтернативная первая полипептидная цепь.

В одном из воплощений ориентации описанных выше доменов будут находиться в направлении от N-конца к C-концу. Настоящее изобретение, однако, предусматривает также изменение, в котором ориентации доменов первой полипептидной цепи следующие: NH 2-(CH3-CH2-домен, несущий выпуклость)-(VL_I-домен)-(линкер 1)-(VH_I домен)-(цистеинсодержащий домен, линкер 2)-(домен E-спирали, способствующий гетеродимеризации). Предпочтительно, если присутствует цистеинсодержащий пептид, N-концевой к такому CH2-CH3-домену. Последовательность примерного пептида представляет собой (SEQ ID NO: 5): DKTHTCPPCP, однако могут быть использованы альтернативные линкеры, например EPKSCDKTHTCPPCP (SEQ ID NO: 129) или LEPKSSDKTHTCPPCP; SEQ ID NO: 130).

Предпочтительно в этом воплощении, если CH3-домен отделен от VL_I-домена промежуточным пептидным линкером, таким как линкер, имеющий аминокислотную последовательность (SEQ ID NO: 15): APSSS, а более предпочтительно имеющий аминокислотную последовательность (SEQ ID NO: 16): APSSSPME, однако могут быть использованы альтернативные линкеры, например ASTKG (SEQ ID NO: 131), LEPKSS (SEQ ID NO: 132), GGC или GGG.

D. Альбуминсвязывающий домен.

Как раскрыто в WO 2012/018687, для того, чтобы улучшить фармакокинетические свойства диател *in vivo*, диател может быть модифицировано для включения полипептидной части сывороточного связывающего белка на одном или нескольких концах диатела. Такие соображения также применимы к триспецифичным связывающим молекулам по настоящему изобретению. Наиболее предпочтительно, если необходимо включить полипептидную часть белка, связывающего сыворотку, в триспецифичные связывающие молекулы по настоящему изобретению, то такая полипептидная часть будет установлена на C-конце одной из полипептидных цепей триспецифичной связывающей молекулы.

Альбумин является наиболее распространенным белком в плазме и имеет период полужизни 19 дней в организме человека. Альбумин обладает несколькими участками связывания малых молекул, которые позволяют ему нековалентно связываться с другими белками и тем самым увеличивать их перио-

ды полужизни в сыворотке. Альбуминсвязывающий домен 3 (ABD3) белка G из штамма *Streptococcus* G148 состоит из 46 аминокислотных остатков, образующих устойчивый трехспиральный пучок, и имеет широкую специфичность связывания альбуминов (Johansson, M.U. et al. (2002) "Structure, Specificity, And Mode Of Interaction For Bacterial Albumin-Binding Modules", *J. Biol. Chem.* 277(10):8114-8120. Таким образом, особенно предпочтительная полипептидная часть белка для связывания сыворотки для улучшения фармакокинетических свойств диатела *in vivo* представляет собой альбуминсвязывающий домен (ABD) стрептококкового протеина G, а более предпочтительно альбуминсвязывающий домен 3 (ABD3) протеина G штамма *Streptococcus*

G148 (SEQ ID NO: 123): LAEAKVLANR ELDKYGVSDY YKNLIDNAKS AEGVKALIDE ILAALP.

Как раскрыто в WO 2012/162068 (включен в данный документ ссылкой), "деиммунизированные" варианты SEQ ID NO: 123 обладают способностью ослаблять или устранять связывание с МНС класса II. На основе результатов комбинаторных мутаций следующие комбинации замен считаются предпочтительными заменами для формирования такого деиммунизированного альбуминсвязывающего домена: 66S/70S+71A; 66S/70S+79A; 64A/65A/71A+66S; 64A/65A/71A+66D; 64A/65A/71A+66E; 64A/65A/79A+66S; 64A/65A/79A+66D; 64A/65A/79A+66E. Вариантные ABD имеют модификации L64A, I65A и D79A или модификации N66S, T70S и D79A. Вариантный деиммунизированный ABD, имеющий аминокислотную последовательность

LAEAKVLANR ELDKYGVSDY YKNA₆₄A₆₅NNAKT VEGVKALIA₇₉E ILAALP (SEQ ID NO:124),

или аминокислотную последовательность

LAEAKVLANR ELDKYGVSDY YKNLIS₆₆NAKS₇₀ VEGVKALIA₇₉E ILAALP (SEQ ID NO:125),

являются предпочтительными в качестве деиммунизированных альбуминсвязывающих доменов, демонстрирующих, по существу, связывание дикого типа, при этом обеспечивая ослабленное связывание с МНС класса II. Хотя такие альбуминсвязывающие домены могут быть включены в любую из полипептидных цепей триспецифичных связывающих молекул по настоящему изобретению, предпочтительно расположить такой домен на С-конце домена с Е-спиралью (или К-спиралью) первой или третьей полипептидных цепей (через линкер, который проходит между доменом с Е-спиралью (или К-спиралью) и альбуминсвязывающим доменом (который предпочтительно представляет собой деиммунизированный альбуминсвязывающий домен)). Предпочтительная последовательность для такого линкера представляет собой SEQ ID NO: 126: GGGS.

Е. Функциональность Fc-домена.

В одном из воплощений СН2-СН3-домен первой полипептидной цепи и СН2-СН3-домен третьего полипептида будет объединяться в комплекс с образованием Fc-домена, который, по существу, не способен связываться с Fc-рецептором (т.е. имеет связывание на уровне менее 10% от уровня Fc-домена дикого типа). В ином случае Fc-домен таких молекул будет способен связываться с Fc-рецептором в физиологических условиях, так что такие триспецифичные связывающие молекулы будут тетраспецифичными, способными опосредовать скоординированные связывания с четырьмя молекулами (эпитопом I, эпитопом II и эпитопом III и Fc-рецептором). Наиболее предпочтительно, если такие молекулы, способные связываться с Fc-рецептором, дополнительно опосредуют зависимость от Fc-рецептора эффекторную функцию.

Изобретение также охватывает молекулы, включающие варианты Fc-домены, содержащие одну или несколько аминокислотных замен, вставок или делеций по отношению к сопоставимому Fc-домену дикого типа. Молекулы, содержащие варианты Fc-домены, обычно имеют измененные фенотипы по отношению к молекулам, содержащим Fc-домены дикого типа. Вариантный фенотип может быть выражен измененным периодом полужизни в сыворотке, измененной стабильностью, измененной восприимчивостью к клеточным ферментам или измененной эффекторной функцией, проанализированных в НК-зависимом или макрофагзависимом анализе. Модификации Fc-домена, идентифицированные как изменяющие эффекторную функцию, известны в данной области техники, в том числе и модификации, которые увеличивают его связывание с активирующими рецепторами (например, FcγRIIA (CD 16A) и уменьшающие связывание с ингибирующими рецепторами (например, FcγRIIB (CD32B) (см., например, Stavenhagen, J.B. et al. (2007) "Fc Optimization Of Therapeutic Antibodies Enhances Their Ability To Kill Tumor Cells In Vitro And Controls Tumor Expansion In Vivo Via Low-Affinity Activating Fcγ Receptors", *Cancer Res.* 57(18):8882-8890). Примерные варианты Fc-доменов человеческого IgG1 с пониженной способностью к связыванию с CD32B и/или повышенным связыванием с CD16A содержат замены F243L, R292P, Y300L, V305I или P296L. Эти аминокислотные замены могут присутствовать в Fc-доме IgG1 человека в любой комбинации. В одном из воплощений вариант Fc-домена IgG1 человека содержит замены F243L, R292P и Y300L. В другом воплощении изобретения вариант Fc-домена IgG1 человека содержит замены F243L, R292P, Y300L, V305I и P296L. В другом воплощении изобретения вариант Fc-домена IgG1 человека содержит замену N297Q, замены L234A и L235A или замену D265A, так как эти мутации отменяют связывание с FcR.

III. Примеры триспецифичных связывающих молекул по настоящему изобретению: триспецифичные связывающие молекулы, содержащие связывающие домены, которые связываются с эпитопами CD3 и CD8 и эпитопом антигена, ассоциированного с заболеванием.

Как было указано выше, настоящее изобретение, в частности, относится к воплощению триспецифичных связывающих молекул, в которых три эпитопа выбраны таким образом, чтобы один или два из этих эпитопов представляли собой эпитоп(ы) из клетки иммунной системы и, в особенности, цитотоксического лимфоцита иммунной системы (CTL), и в котором оставшийся эпитоп(ы) представлял(и) собой эпитоп(ы) антигена, ассоциированного с заболеванием. В особенно предпочтительном воплощении такой триспецифичной связывающей молекулы связывающие домены такой молекулы выбраны таким образом, чтобы эпитоп I, эпитоп II или эпитоп III представлял собой эпитоп CD3, второй из эпитопа I, эпитопа II или эпитопа III представлял собой эпитоп CD8, а третий из эпитопа I, эпитопа II или эпитопа III представлял собой эпитоп антигена, ассоциированного с заболеванием, где связывающие домены I, II и III таких триспецифичных связывающих молекул опосредовали скоординированное связывание с цитотоксической Т-клеткой и клетками, экспрессирующими антиген, ассоциированный с заболеванием. Такие триспецифичные связывающие молекулы способны локализовать цитотоксический лимфоцит на клетке, которая экспрессирует антиген, ассоциированный с заболеванием, и тем самым облегчить уничтожение клеток, которые экспрессируют антиген, ассоциированный с заболеванием. Антиген, ассоциированный с заболеванием, может быть антигеном злокачественной опухоли или может представлять собой антиген, который характерен для патогена (например, бактериальной, грибной, вирусной или протозойной) инфекции. Более конкретно, изобретение относится к таким триспецифичным связывающим молекулам, которые способны опосредовать скоординированное связывание с (1) эпитопом CD3, (2) эпитопом CD8 и (3) эпитопом антигена, ассоциированного с заболеванием. Путем связывания с CD3 и CD8 и антигеном, ассоциированным с заболеванием, такие молекулы колокализуют цитотоксические Т-клетки и клетки, презентующие антиген, ассоциированный с заболеванием, что приводит к активации таких Т-клеток и инициации цитотоксической реакции против клеток, экспрессирующих антиген, ассоциированный с заболеванием.

Могут быть применены тяжелые цепи анти-CD3 или анти-CD8 антител в качестве третьей полипептидной цепи таких типичных триспецифичных связывающих молекул по настоящему изобретению. Аналогично, могут быть использованы легкие цепи таких антител в качестве четвертой полипептидной цепи триспецифичных связывающих молекул по настоящему изобретению. В ином случае переменные домены легкой цепи и/или переменные домены тяжелой цепи таких антител могут быть объединены с другими иммуноглобулиновыми константными областями для получения таких третьих и четвертых полипептидных цепей. Таким образом, такие антитела могут быть использованы для производства триспецифичных связывающих молекул по настоящему изобретению, чей сайт С способен связываться с CD3 или CD8.

Аналогичным образом, такие переменные домены могут быть включены в части переменных доменов первого и третьего полипептида триспецифичных связывающих молекул по настоящему изобретению с тем, чтобы получить триспецифичные связывающие молекулы по настоящему изобретению, чей сайт А способен связывать CD3 или CD8, или чей сайт В способен связывать CD3 или CD8.

1. Примеры анти-CD3 антител.

Могут быть использованы любые примеры анти-CD3 или анти-CD8 антител, приведенные ниже, для получения CD3- или CD8-связывающих доменов триспецифичных связывающих молекул по настоящему изобретению.

OKT3.

Варибельный домен легкой цепи OKT3 (SEQ ID NO: 17) (CDR выделены подчеркиванием)

QIVLTQSPA I MSASPGEKVT MTCSASSSVS YMNWYQQKSG TSPKRWYDT
SKLASGVPAH FRGSGSGT SY SLTISGMEAE DAATYYCQQW SSNPFTFGSG TKLEINR

Варибельный домен тяжелой цепи OKT3 (SEQ ID NO: 18) (CDR выделены подчеркиванием)

QVQLQSGAE LARPGASVKM SCKASGYTFT RYTMHWVKQR PGQGLEWIGY
INPRGYTNY NQKFKDKATL TTDKSSSTAY MQLSSLTSED SAVYYCARYY
DDHYCLDYWG QGTTLTVSSA KTTAPSVYPL APVCGDTTGS SVTLGCLVKG
 YFPEPVTLTW NSGSLSSGVH TFPVQLQSDL YTLSSSVTVT SS

M291.

Варибельный домен легкой цепи M291 (SEQ ID NO: 19) (CDR выделены подчеркиванием)

DIVLTQSPA I MSASPGEKVT MTCSASSSVS YMNWYQQKSG TSPKRWYDT
SKLASGVPAR FSGSGSGT SY SLTISSMEAE DADTYYCQQW SSNPFTFGSG TKLEIK

Варибельный домен тяжелой цепи M291 (SEQ ID NO: 20) (CDR выделены подчеркиванием)

QVQLQSGAE LARPGASVKM SCKASGYTFI SYTMHWVKQR PGQGLEWIGY
INPRSGYTHY NQKLLDKATL TADKSSSSAY MQLSSLTSED SAVYYCARSA
YYDYDGFAYW GQGTLTVTSA

YTH12.5.

Варибельный домен легкой цепи YTH12.5 (SEQ ID NO: 21) (CDR выделены подчеркиванием)

MGWSCILFL VATATGVHSD IQLTQPNSVS TSLGSTVKLS CTLSSGNIEN
NYVHWYQLYE GRSPTTMIYD DDKRPDGVPD RFSGSIDRSS NSAFLLIHNV
 AIEDEAIYFC HSYVSSFNVF GGGTKLTVLR

Вариабельный домен тяжелой цепи YTH12.5 (SEQ ID NO: 22) (CDR выделены подчеркиванием)

MGWSCILFL VATATGVHSE VQLLESGGGL VQPGGSLRLS CAASGFTFSS
FPMAWVRQAP GKGLEWVSTI STSGGRTYR DSVKGRRFTIS RDNSKNTLYL
 QMNSLRAEDT AVYYCAKFRQ YSGGFDYWGQ GTLVTVSS

Гуманизированное анти-CD3 антитело 1 (CD3 mAb 1) (US 2014/0099318 A1).

Вариабельный домен легкой цепи CD3-mAb 1 (SEQ ID NO: 23) вариант 1 (CDR выделены подчеркиванием)

DIQMTQSPSS LSASVGDRVT ITCSASSSVS YMNWYQKPG KAPKRLIYDS
SKLASGVPSR FSGSGSGTEF TLTISSLQPE DFATYYCQQW SRNPPTFGGG TKVEIK

Вариабельный домен легкой цепи CD3-mAb 1 (SEQ ID NO: 24) вариант 2 (CDR выделены подчеркиванием)

DVVMTQSPAI MSAFPGEKVT ITCSASSSVS YMNWYQKPG KAPKRWIYDS
SKLASGVPSR FSGSGSGTEF TLTISSLQPE DFATYYCQQW SRNPPTFGGG TKVEIK

Вариабельный домен тяжелой цепи CD3-mAb 1 (SEQ ID NO: 25) вариант 1 (CDR выделены подчеркиванием)

QVQLVQSGAE VKKPGASVKV SCKASGYTFT RSTMHWVRQA PGQGLEWIGY
INPSSAYTNY NOKFKDRVTI TADKSTSTAY MELSSLRSED TAVYYCASPO
VHYDYNGFY WGQGTTLTVS S

Гуманизированное анти-CD3-антитело 2 (CD3 mAb 2) (US 2014/0099318 A1).

Вариабельный домен легкой цепи CD3-mAb 2 (SEQ ID NO: 26) (CDR выделены подчеркиванием)

QAVVTQEPSL TVSPGGTVTL TCRSSTGAVT TSNYANWVQQ KPGQAPRGLI
GGTNKRAPWT PARFSGSLLG GKAALTITGA QAEDEADYYC ALWYSNLWVF
 GGGTKLTVLG

Вариабельный домен легкой цепи CD3-mAb 2 (SEQ ID NO: 27) (CDR выделены подчеркиванием)

EVQLVESGGG LVQPGGSLRL SCAASGFTFS TYAMNWVRQA PGKGLEWVGR
IRSKYNNYAT YYADSVKDRF TISRDDSKNS LYLQMNSLKT EDTAVYYCVR
HGNFGNSYVS WFAYWGQTL VTVSS

Вариабельный домен тяжелой цепи CD3-mAb 2, вариант D65G (SEQ ID NO: 28) (CDR выделены подчеркиванием)

EVQLVESGGG LVQPGGSLRL SCAASGFTFS TYAMNWVRQA PGKGLEWVGR
IRSKYNNYAT YYADSVKGRF TISRDDSKNS LYLQMNSLKT EDTAVYYCVR
HGNFGNSYVS WFAYWGQTL VTVSS

2. Примерные АНТИ-CD8 антитела ОКТ8 (CD8 mAb 1).

Вариабельный домен легкой цепи ОКТ8 (SEQ ID NO: 29) (CDR выделены подчеркиванием)

DIVMTQSPAS LAVSLGQRAT ISCRASESVD SYDNSLMHWY QKPGQPPKV
 LIYLASNLES GVPARFSGSG SRTDFLTID PVEADDAATY YCQONNEDPY
TFGGGTKLEI KR

Вариабельный домен тяжелой цепи ОКТ8 (SEQ ID NO: 30) (CDR выделены подчеркиванием)

QVQLLESQPE LLKPGASVKM SCKASGYTFT DYNMHWVKQS HGKSLEWIGY
IYPYTGGTGY NOKFKNKATL TVDSSSSTAY MELRSLTSED SAVYYCARNF
 RYTYWYFDVW GQGTTLTVSS

TRX2 (CD8 mAb 2).

Вариабельный домен легкой цепи TRX2 (SEQ ID NO: 31) (CDR выделены подчеркиванием)

DIQMTQSPSS LSASVGDRVT ITCKGSODIN NYLAWYQKPG GKAPKLLIYN
TDILHTGVPF RFSGSGSGTD FTFTISSLQP EDIATYYCYQ YNNGYTFGQG TKVEIK

Вариабельный домен тяжелой цепи TRX2 (SEQ ID NO: 32) (CDR выделены подчеркиванием)

QVQLVESGGG VVQPGSLRL SCAASGFTFS DFGMNWVRQA PGKGLEWVAL
IYYDGSNKFY ADSVKGRFTI SRDNSKNTLY LQMNSLRAED TAVYYCAKPH
YDGYHFFDS WGQGTTLTVS S

3. Примеры связывающих доменов, которые связываются с эпитопами антигенов, ассоциированных с заболеваниями

(a) HIV gp41.

Иллюстративный антиген, ассоциированный с заболеванием, представляет собой gp41 HIV. Пример

gp41-антитела представляет собой 7B2 (HIV mAb 1).

Аминокислотная последовательность варибельного домена легкой цепи 7B2 (SEQ ID NO: 35)
 DIVMTQSPDS LAVSPGERAT IHCKSSQTL LYSSNRHSIA WYQQRPGQP
 KLLLYWASMR LSGVPDRFSG SGSGTDFTLT INNLAEDVA IYYCHQYSSH
PPTFGHGTRV EIK

Аминокислотная последовательность варибельного домена тяжелой цепи 7B2 (SEQ ID NO: 36)
 QVQLVQSGGG VFKPGGSLRL SCEASGFTFT EYYMTWVRQA PGKGLEWLAY
 ISKNGEYSKY SPSSNGRFTI SRDNAKNSVF LQLDRLSADD TAVYYCARAD
GLTYFSELLQ YIFDLWGQGA RVTVSS

(b) HIV gp120.

Второй иллюстративный антиген, ассоциированный с заболеванием, представляет собой gp120 HIV. Пример gp120 антитела представляет собой A32 (HIV mAb 2).

Аминокислотная последовательность варибельного домена легкой цепи A32 VL (SEQ ID NO: 33)
 QSALTQPPSA SGSPGQSVTI SCTGTSSDVG GYNYVSWYQH HPGKAPKLI
 SEVNNRPSGV PDRFSGSKSG NTASLTVSGL QAEDEAEYYC SSYTDIHNFV
 FGGGTKLTVL

Аминокислотная последовательность варибельного домена тяжелой цепи A32 VH (SEQ ID NO: 34):
 QVQLQESGPG LVKPSQTLSL SCTVSGGSSS SGANYWSWIR QYPGKLEWI
 GYIHYSNTY YNPSLKSRLT ISQHTSENQF SLKLNSTVA DTAVYYCARG
 TRLRTRLNAF DIWGQGMVT VSS

(c) гликопротеин F из RSV.

Дополнительный иллюстративный антиген, ассоциированный с заболеванием, представляет собой гликопротеин F из RSV. Примерное анти-RSV гликопротеин F антитело представляет собой паливизумаб (RSV mAb 1).

Аминокислотная последовательность варибельного домена легкой цепи паливизумаба (SEQ ID NO: 37):

DIQMTQSPST LSASVGDRVT ITCRASQSVG YMHWYQKPG KAPKLLIYDT
 SKLASGVPSR FSGSGSGTEF TLTISSLQPD DFATYYCFQG SGYPFTFGGG TKLEIK

Аминокислотная последовательность варибельного домена тяжелой цепи паливизумаба (SEQ ID NO: 38):

QVTLRESGPA LVKPTQTLTL TCTFSGFSL S TSGMSVGWIR QPPGKALEWL
 ADIWWDKDD YNPSLKSRLT ISKDTSKNQV VLKVTNMDPA DTATYYCARS
 MITNWFYDVW GAGTTVTVSS

(d) B7-H3.

Особенно предпочтительный иллюстративный антиген, ассоциированный с заболеванием, представляет собой B7-H3, который экспрессируется в клетках разнообразных злокачественных опухолей (например, нейроblastомы, рака желудка, яичников и немелкоклеточного рака легкого и т.д.). Экспрессия белка B7-H3 был обнаружена иммуногистологически в опухолевых клеточных линиях (Charoval A. et al. (2001) "B7-H3: A Costimulatory Molecule For T Cell Activation and IFN- γ Production", Nature Immunol. 2:269-274; Saatian, B. et al. (2004) "Expression Of Genes For B7-H3 And Other T Cell Ligands By Nasal Epithelial Cells During Differentiation And Activation", Amer. J. Physiol. Lung Cell. Mol. Physiol. 287:L217-L225; Castriconi et al. (2004) "Identification Of 4Ig-B7-H3 As A Neuroblastoma-Associated Molecule That Exerts A Protective Role From An NK Cell-Mediated Lysis", Proc. Natl. Acad. Sci. (U.S.A.) 101(34): 12640-12645); Sun, M. et al. (2002) "Characterization of Mouse and Human B7-H3 Genes", J. Immunol. 168: 6294-6297). Экспрессия мРНК была обнаружена в сердце, почках, яичках, легких, печени, поджелудочной железе, предстательной железе, толстой кишке и остеобластах (Collins, M. et al. (2005) "The B7 Family Of Immune-Regulatory Ligands", Genome Biol. 6:223.1-223.7). На белковом уровне B7-H3 встречается в человеческой печени, легких, мочевом пузыре, яичке, предстательной железе, молочной железе, плаценте и лимфоидных органах (Hofmeyer, K. et al. (2008) "The Contrasting Role Of B7-H3", Proc. Natl. Acad. Sci. (USA) 105(30): 10277-10278). Иллюстративные антитела, которые связываются с B7-H3, включают гуманизированные BRCA84D, BRCA69D и PRCA157 (WO 2011/109400). Примерные варибельные домены легкой и тяжелой цепей имеют следующие последовательности (CDR выделены подчеркиванием).

Аминокислотная последовательность варибельного домена легкой цепи примерного гуманизированного BRCA84D-5VL (SEQ ID NO: 39):

DIQLTQSPSF LSASVGDRVT ITCKASQNV TNVAWYQKP GQAPKALIYS
ASRYSGVPS RFGSGSGTD FTLTISSLQP EDFATYYCQQ YNNYPFTFGQ GTKLEIK

Аминокислотная последовательность варибельного домена тяжелой цепи примерного гуманизированного BRCA84D-2VH (SEQ ID NO: 40):

EVQLVESGGG LVQPGGSLRL SCAASGFTFS SFGMHWVRQA PGKGLEWVAY
ISSDSSAIYY ADTVKGRFTI SRDNAKNSLY LQMNSLRDED TAVYYCGRGR
ENIYYGSRLD YWGQGTTVTV SS

Аминокислотная последовательность вариабельного домена легкой цепи примерного гуманизованного BRCA69D (B7-H3 mAb 1) (SEQ ID NO: 41):

DIQMTQSPSS LSASVGDRVT ITCRASQDIS NYLNWYQKPK GKAPKLLIYY
TSRLHSGVPS RFSGSGSGTD FTLTISSLQP EDIATYYCQQ GNTLPPTFGG GTKLEIK

Аминокислотная последовательность вариабельного домена легкой цепи примерного гуманизованного BRCA69D (B7-H3 mAb 1) (SEQ ID NO: 42):

QVQLVQSGAE VKKPGASVKV SCKASGYTFT SYWMQWVRQA PGQGLEWMGT
IYPGDGTRY TQKFKGRVTI TADKSTSTAY MELSSLRSED TAVYYCARRG
 IPRLWYFDVW GQGTTTVTVSS

Аминокислотная последовательность вариабельного домена легкой цепи примерного PRCA157 (SEQ ID NO: 43):

DIQMTQSPAS LSVSVGETVT ITCRASESIY SYLAWYQKQK GKSPQLLVYN
TKTLPEGVPS RFSGSGSGTQ FSLKINSLQP EDFGRYYCQH HYGTPPWTFG
 GGTNLEIK

Аминокислотная последовательность вариабельного домена тяжелой цепи примерного PRCA157 (SEQ ID NO: 44):

EVQQVESGGD LVKPGGSLKL SCAASGFTFS SYGMSWVRQT PDKRLEWVAT
INSGSNTYY PDSLKGRFTI SRDNAKNTLY LQMRSLKSED TAMYYCARHD
GGAMDYWGQ TSVTVSS

(e) Опухолевый антиген A33.

Опухолевый антиген A33 представляет собой другой иллюстративный антиген, ассоциированный с заболеванием. Аминокислотная последовательность вариабельного домена легкой цепи примерного гуманизованного антитела анти-A33 (gpA33 mAb 1) представляет собой (SEQ ID NO: 45):

QIVLTQSPA I MSASPGERVT MTCSARSSIS FMYWYQKPKG SSPRLIYDT
SNLASGVVPR FSGSGSGTSY SLTISRMEAE DAATYYCQOW SSYPLTFGSG TKLELKR

Аминокислотная последовательность вариабельного домена тяжелой цепи такого примерного гуманизованного анти-A33 (gpA33 mAb 1) антитела представляет собой (SEQ ID NO: 46):

QVQLQQSGPE LVKPGASVKI SCKASGYTFS GSMNWVKQR PGQGLEWIGR
IYPGDGETNY NGKFKDKATL TADKSSTAY MELSSLTSVD SAVYFCARIY
GNNVYFDVWG AGTTTVTVSS

(f) Опухолевый антиген 5T4.

Опухолевый антиген 5T4 представляет собой еще один иллюстративный антиген, ассоциированный с заболеванием. Аминокислотная последовательность вариабельного домена легкой цепи примерного гуманизованного анти-5T4 mAb 1 антитела (5T4 mAb 1) представляет собой (SEQ ID NO: 47):

DIQMTQSPSS LSASVGDRVT ITCRASQGIS NYLAWFQKPK GKAPKSLIYR
ANRLOSGVPS RFSGSGSGTD FTLTISSLQP EDVATYYCLQ YDDFPWTFGG GTKLEIK

Аминокислотная последовательность вариабельного домена тяжелой цепи такого примерного гуманизованного 5T4 mAb 1 представляет собой (SEQ ID NO: 48):

QVQLVQSGAE VKKPGASVKV SCKASGYTFT SFWMHWVRQA PGQGLEWMGR
IDPNRGGTEY NEKAKSRVTM TADKSTSTAY MELSSLRSED TAVYYCAGGN
PYYPMDYWGQ GTTVTVSS

Аминокислотная последовательность вариабельного домена легкой цепи второго примерного гуманизованного 5T4 mAb 1 антитела (5T4 mAb 2) представляет собой (SEQ ID NO: 49):

DVLMTQTPLS LPVSLGDQAS ISCRSSQIV YSNGNTYLEW YLQKPGQSPK
 LLIYKVSNRF SGVPDRFSGS GSGTDFTLKI SRVEAEDLGV YYCFQGSHVP
FTFGSGTKLE IK

Аминокислотная последовательность вариабельного домена тяжелой цепи такого второго примерного гуманизованного 5T4 mAb 2 антитела представляет собой (SEQ ID NO: 50):

QVQLQQPGAE LVKPGASVKM SCKASGYTFT SYWITWVKQR PGQGLEWIGD
IYPSGRANY NEKFKSKATL TVDTSSTAY MQLSSLTSED SAVYNCARYG
PLFTTVDPN SYAMDYWGQ TSVTVSS

(g) Антиген ROR1.

Опухолевый антиген ROR1 представляет собой еще один иллюстративный антиген, ассоциирован-

ный с заболеванием. Примерные антитела против ROR1 включают антитела 2A2 (WO 2010/124188), R11 (WO 2012/075158) и R12 (WO 2012/075158).

Аминокислотная последовательность легкой цепи варибельного домена антитела 2A2 представляет собой (SEQ ID NO: 53):

DIVMTQSQKI MSTTVGDRVS ITCKASQNV AAVAWYQQKP GQSPKLLIYS
ASNRYTGVDPDRFTGSGSGTD FTLTISNMQS EDLADYFCQ YDIYPYTFGG GTKLEIK

Аминокислотная последовательность тяжелой цепи варибельного домена антитела 2A2 представляет собой (SEQ ID NO: 54):

QVQLQSGAE LVRPGASVTL SCKASGYTFS DYEMHWVIQT PVHGLEWIGA
IDPETGGTAY NQKFKGKAIL TADKSSSTAY MELRSLTSED SAVVYCTGYY
DYDSFTYWGQ GTLVTVSA

Аминокислотная последовательность варибельного домена легкой цепи антитела R11 представляет собой (SEQ ID NO: 55):

ELVMTQTPSS TSGAVGGTVT INCQASQSID SNLAWFQQKP GQPPTLLIYR
ASNLASGVPS RFSGSRSGTE YTLTISGVQR EDAATYYCLG GVGNSYRTS
 FGGGTEVVVK

Аминокислотная последовательность варибельного домена тяжелой цепи антитела R11 представляет собой (SEQ ID NO: 56):

QSVKESEGDL VTPAGNLTLT CTASGSDIND YPISWVRQAP GKGLEWIGFI
NSGGSTWYAS WVKGRFTISR TSTTVDLKMT SLTTDDTATY FCARGYSTYY
GDFNIWGPGT LVTISS

Аминокислотная последовательность варибельного домена легкой цепи антитела R12 представляет собой (SEQ ID NO: 57):

ELVLTQSPSV SAALGSPAKI TCTLSSAHKT DTIDWYQQLQ GEAPRYLMQV
 QSDG SYTKRP GVPDRFSGSS SGADRYLIIP SVQADDEADY YCG ADYIGGY
 YFGGGTQLTV TG

Аминокислотная последовательность варибельного домена тяжелой цепи антитела R12 представляет собой (SEQ ID NO: 58):

QEQLVESGGR LVTPGSLTL SCKASGFDFS AYYMSWVRQA PGKLEWIAI
IYPSSGKTY ATWVNGRFTI SSDNAQNTVD LQMNSLTAAD RATYFCARDS
YADDGALFNI WPGTLVTIS S

Одним из аспектов настоящего изобретения (более подробно описано ниже), является обеспечение более предпочтительного гуманизованного анти-ROR1 антитела (ROR1 mAb 1). Это более предпочтительное ROR1 mAb 1 имеет варибельный домен легкой цепи, имеющий последовательность (SEQ ID NO: 51):

QLVLTQSPSA SASLGSSVKL TCTLSSGHKT DTIDWYQQQP GKAPRYLMKL
EGSGSYNKGS GVPDRFSGSS SSGADRYLTI SSLQSEAD Y CGTDYPGN
YLFGGGTQLT VL

Аминокислотная последовательность варибельного домена тяжелой цепи такого более предпочтительного гуманизованного ROR1 mAb 1 представляет собой (SEQ ID NO: 52):

QEQLVESGGG LVQPGSLRL SCAASGF TFS DYYMSWVRQA PGKLEWVAT
IYPSSGKTY ADSVKGRFTI SSDNAKNSLY LQMNSLRAED TAVYYCARD S
YADDAALFDI WGQTTVTVS S

IV. Выбор сайта связывания: сайт А, сайт В и сайт С.

Как было указано выше, предпочтительные триспецифичные связывающие молекулы по настоящему изобретению являются, по меньшей мере, триспецифичными, имеющими "внешний" связывающий домен по типу диатела (сайт А), который расположен на противоположной стороне от связывающего домена III, "внутренний" связывающий домен по типу диатела (сайт В), который расположен ближе всего к связывающему домену III, и связывающий домен III (сайт С). При использовании в данном описании описание специфичной связывающей молекулы, такое как X/Y/Z, указывает на то, что X-связывающий домен находится на сайте А, Y-связывающий домен является на сайте В и Z-связывающий домен находится на сайте С. Например, обозначение триспецифичной связывающей молекулы B7-H3 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 указывает на то, что варибельный домен B7-H3 mAb 1 занимает сайт А триспецифичной связывающей молекулы, варибельный домен CD3 mAb 2 занимает сайт В и варибельный домен CD8 mAb 1 занимает сайт С триспецифичной связывающей молекулы.

Таким образом, настоящее изобретение позволяет выбрать, какой из таких сайтов будет использоваться для связывания конкретного искомого эпитопа. Один из факторов, определяющий такой выбор, в

частности, с триспецифичными связывающими молекулами, которые связываются с CD3, CD8 и антигеном, ассоциированным с заболеванием, предполагает рассмотрение этого эффекта и желательность трогоценитоза. "Трогоценитоз" представляет собой процесс, посредством которого клетка может приобрести часть клеточной мембраны клетки, с которой она контактирует (Masuda, S. et al. (2013) "Possible Implication Of Fc γ Receptor-Mediated Trogocytosis In Susceptibility To Systemic Autoimmune Disease", Clin. Dev. Immunol. 2013: Article ID 345745, 6 pp); Dhainaut, M. et al. (2014) "Regulation of Immune Reactivity by Intercellular Transfer", Front Immunol. 5:112; Ahmed, K.A. et al. (2011) "Mechanisms Of Cellular Communication Through Intercellular Protein Transfer", J. Cell. Mol. Med. 15(7): 1458-1473; Ahmed, K.A. et al. (2008) "Intracellular Trogocytosis plays important role in modulation of immune responses", Cell. Mol. Immunol. 5(4): 261-269; LeMaout, J. et al. (2007) "Exchanges Of Membrane Patches (Trogocytosis) split theoretical and actual functions of immune cells", Hum.Immunol. 68(4):240-243; Caumartin. Bird et al. (2006) "Intercellular Exchanges Of Membrane Patches (Trogocytosis) Highlight The Next Level Of Immune Plasticity", Transpl. Immunol. 17(1):20-22).

Приобретение родственных лигандов МНС класса I индуцирует трогоценитоз цитотоксических Т-лимфоцитов, которые становятся "приобретшими Treg" клетками, которые опосредуют уничтожение ("фрагментация") других цитотоксических Т-клеток, тем самым, способствуя Т-очистке CD8⁺ клеток (D'Acquisto, F. et al. (2011) "CD3⁺ CD4⁻ CD8⁻(Double Negative) T Cells: Saviours Or Villains Of The Immune Response?" Biochem. Pharmacol. 82:333-340; Joly, E. et al. (2003) "What Is Trogocytosis And What Is Its Purpose?" Туземный Immunol. 4:815-; Hudrisier, D. et al. (2007) "Capture Of Target Cell Membrane Components Via Trogocytosis Is Triggered By A Selected Set Of Surface Molecules On T Or B Cells", J. Immunol. 178:3637-3647).

Триспецифичная связывающая молекула по настоящему изобретению, которая обладает CD3-связывающим доменом в положении сайта С, имеет атрибуты антитела против CD3, а также такая триспецифичная связывающая молекула, обладающая CD8-связывающим доменом в положении сайта С, имеет атрибуты анти-CD8 антитела. Было показано, что нейтрофил, моноцит или макрофаг, имеющий Fc-рецептор, который связан с Fc-доменом анти-CD8 антитела (который связан с CD8-молекулой Т-клетки), способен переносить антитела и связанную молекулу CD8 из Т-клетки к себе с помощью трогоценитоза и затем быстро интернализировать антитело; неспецифичные молекулы, такие как TCR и CD3, также могут переноситься в этом процессе (Masuda, S. et al. (2013) "Possible Implication of Fc γ Receptor-Mediated Trogocytosis in Susceptibility to Systemic Autoimmune Disease", Clin. Develop. Immunol. 2013:Article ID 345745, 6 pages).

Структуры CD3 и CD8 отличаются тем, что CD3 лежит близко к клеточной мембране, в то время как CD8 простирается дальше от клеточной мембраны. Таким образом, ожидается, что Fc-рецепторный трогоценитоз CD3 с помощью анти-CD3 антитела будет более эффективным, чем Fc-рецепторный трогоценитоз из CD8 с помощью анти-CD8 антитела.

Это явление указывает на то, что триспецифичная связывающая молекула по настоящему изобретению, которая связывается с CD3, CD8 и антигеном, ассоциированным с заболеванием, чей CD3-связывающий домен расположен на месте сайта С, будет демонстрировать меньшую цитотоксичность, чем аналогичная триспецифичная связывающая молекула, в которой CD3-связывающий домен находится на месте сайта А или сайта В. Таким образом, избрав место для CD3-связывающего домена на сайте С (в противоположность либо сайту А, либо В), можно модулировать степень цитотоксичности. Кроме того, можно собрать фармацевтические композиции, которые содержат смесь из CD3 на сайте С и сайте А (или В) для того, чтобы получить предпочтительную степень цитотоксичности.

V. Анти-ROR1 mAb 1 антитело.

Как было указано выше, один из аспектов настоящей заявки заключается в предоставлении высокопредпочтительного гуманизованного антитела анти-ROR1 (ROR1 mAb 1), чей варибельный домен легкой цепи имеет аминокислотную последовательность (SEQ ID NO: 51):

QLVLTQSPSA SASLGSSVKL TCTLSSGHKT DTIDWYQQQP GKAPRYLMKL
EGSGSYNKGS GVPDRFGSGS SSGADRYLTI SSLQSEDEAD YYCGTDYPGN
YLFGGGTQLT VL

и чей варибельный домен тяжелой цепи имеет аминокислотную последовательность (SEQ ID NO: 52):

QEQLVESGGG LVQPGGSLRL SCAASGFTFS DYMSWVRQA PGKGLEWVAT
IYPSSGKTTY ADSVKGRFTI SSDNAKNSLY LQMNSLRAED TAVYYCARDS
YADDAALFDI WGQGTTVTVS S

Последовательностями CDR_{L1}, CDR_{L2} и CDR_{L3} варибельного домена легкой цепи такого ROR1 mAb 1 антитела являются

CDR_{L1} варибельного домена легкой цепи (SEQ ID NO: 117): TLSSGHKTDITD,

CDR_{L2} варибельного домена легкой цепи (SEQ ID NO: 118): LEGSGSY,

CDR_{L3} варибельного домена легкой цепи (SEQ ID NO: 119): GTDYPGNYL.

Последовательностями CDR_{H1}, CDR_{H2} и CDR_{H3} варибельного домена тяжелой цепи такого ROR1

mAb 1 антитела являются

CDR_{H1} варибельного домена тяжелой цепи (SEQ ID NO: 120): GFTFSDYYMS,

CDR_{H2} варибельного домена тяжелой цепи (SEQ ID NO: 121): TIYPSSGKTYADSVKG,

CDR_{H3} варибельного домена тяжелой цепи (SEQ ID NO: 122): DSYADDAALFDI.

ROR1 mAb 1 антитело опосредует повышенную цитотоксичность и является менее иммуногенным по сравнению с известными анти-ROR1 антителами (например, анти-ROR1 антителом R12).

Изобретение охватывает не только такие последовательности, но и интактные производные антител ROR1 mAb антитела (включая его химерные или гуманизированные производные), которые обладают 1, 2 или 3 CDR такого варибельного домена легкой цепи (SEQ ID NO: 51, CDR выделены подчеркиванием) или 1, 2 или 3 из CDR такого варибельного домена тяжелой цепи (SEQ ID NO: 52; CDR выделены подчеркиванием), и которые иммуноспецифично связываются с ROR1. Более предпочтительно, если такие охватываемые антитела, химерные антитела и гуманизированные антитела будут обладать 1, 2 или 3 CDR такого варибельного домена легкой цепи (SEQ ID NO: 51, CDR выделены подчеркиванием) и 1, 2 или 3 из CDR такого варибельного домена тяжелой цепи (SEQ ID NO: 52; CDR выделены подчеркиванием) и будут иммуноспецифично связываться с ROR1. Наиболее предпочтительно, если такие охватываемые антитела, химерные антитела и гуманизированные антитела будут обладать всеми 3 CDR такого варибельного домена легкой цепи, и всеми 3 CDR такого варибельного домена тяжелой цепи и будут способны иммуноспецифично связываться с ROR1.

Кроме того, изобретение охватывает фрагменты и производные таких охватываемых ROR1 mAb 1 антител, в том числе молекулы Fab, Fab', F(ab')₂, Fv), одноцепочечный; (ScFv), BiTEs®, DART™, их мутанты, встречающиеся в природе варианты и слитые белки, все из которых содержат 1, 2 или 3 CDR варибельного домена легкой цепи, или 1, 2 или 3 из CDR варибельного домена тяжелой цепи, или 1, 2 или 3 CDR варибельного домена легкой цепи, а также 1, 2 или 3 из CDR варибельного домена тяжелой цепи, и которые способны иммуноспецифично связываться с ROR1.

В предпочтительном воплощении такие ROR1 mAb 1 антитела или их фрагменты или производные могут иметь вариантыные Fc-домены. Модификация Fc-домена, как правило, приводит к измененному фенотипу, например, измененному периоду полужизни в сыворотке, измененной стабильности, измененной восприимчивости к клеточным ферментам или к измененной эффекторной функции. Может оказаться желательным модифицировать антитело по изобретению в отношении эффекторной функции с тем, чтобы повысить эффективность антитела при лечении, например, злокачественной опухоли. Снижение или устранение эффекторной функции является желательным в некоторых случаях, например в случае антител, механизм действия которых включает блокирование или антагонизм, но не уничтожение клеток, несущих антиген-мишень. Увеличение эффекторной функции, как правило, желательно, когда она направлена на нежелательные клетки, такие как опухолевые и чужеродные клетки, в которых FcγR экспрессируется на низком уровне, например, опухоль-специфичные В-клетки с низким уровнем FcγRIIB (например, при неходжкинской лимфоме, CLL и лимфоме Беркитта). В указанных воплощениях молекулы по изобретению с предусмотренной или измененной активностью эффекторной функции могут быть использованы для лечения и/или профилактики заболевания, расстройства или инфекции, при которых желательна улучшенная эффективность активности эффекторной функции.

В некоторых воплощениях такие ROR1 mAb 1 антитела или их фрагменты или их производные включают одну или несколько модификаций аминокислот в Fc-доме, которые уменьшают аффинность и avidность Fc-домена такой молекулы к одному или нескольким FcγR-рецепторам. В других воплощениях такие ROR1 mAb 1 антитела или их фрагменты или их производные могут содержать одну или несколько модификаций аминокислот в Fc-доме, которые увеличивают аффинность и avidность Fc-домена такой молекулы к одному или нескольким FcγR-рецепторам. В других воплощениях молекулы включают вариантный Fc-домен, в котором указанный вариант придает или опосредует повышенную ADCC-активность и/или увеличение связывания с FcγRIIA относительно молекулы, не содержащей Fc-домен или содержащей Fc-домен дикого типа. В альтернативных воплощениях молекулы включают вариантный Fc-домен, в котором указанный вариант придает или опосредует снижение ADCC-активности (или другой эффекторной функции) и/или увеличение связывания с FcγRIIB относительно молекулы, не содержащей Fc-домен или содержащей Fc-домен дикого типа.

В некоторых воплощениях настоящее изобретение охватывает такие ROR1 mAb 1 антитела или их фрагменты или производные, которые включают вариантный Fc-домен, который не демонстрирует детектируемого связывания с любым FcγR по сравнению с сопоставимой молекулой, содержащей Fc-домен дикого типа. В других воплощениях настоящее изобретение охватывает такие ROR1 mAb 1 антитела или их фрагменты или их производные, которые содержат вариантный Fc-домен, который связывается только с одним FcγR, предпочтительно одним из FcγRIIA, FcγRIIB или FcγRIIA.

Такие ROR1 mAb 1 антитела или их фрагменты или производные могут включать измененные аффинности для активирующего и/или ингибирующего Fcγ-рецептора. В одном из воплощений триспецифичная связывающая молекула содержит вариант Fc-домена, который имеет повышенную аффинность к FcγRIIB и пониженную аффинность к FcγRIIA и/или FcγRIIA по сравнению с сопоставимой молекулой с

Fc-доменом дикого типа. В другом воплощении такие ROR1 mAb 1 антитела или их фрагменты или производные могут содержать вариант Fc-домена, который имеет сниженную аффинность к Fc γ RIIB и повышенную аффинность к Fc γ RIIA и/или Fc γ RIIA по сравнению с сопоставимой молекулой с Fc-доменом дикого типа. В еще одном воплощении такие ROR1 mAb 1 антитела или их фрагменты или их производные включают вариантный Fc-домен, который имеет пониженную аффинность к Fc γ RIIB и пониженную аффинность к Fc γ RIIA и/или Fc γ RIIA по сравнению с сопоставимой молекулой с Fc-доменом дикого типа. В еще одном воплощении такие ROR1 mAb 1 антитела или их фрагменты или производные могут содержать вариантный Fc-домен, который имеет неизменную аффинность к Fc γ RIIB и пониженную (или повышенную) аффинность к Fc γ RIIA и/или Fc γ RIIA по сравнению с сопоставимой молекулой с Fc-доменом дикого типа.

В некоторых воплощениях настоящее изобретение охватывает такие ROR1 mAb 1 антитела или их фрагменты или их производные, которые содержат вариантный Fc-домен с измененной аффинностью к Fc γ RIIA и/или Fc γ RIIA так, что иммуноглобулин имеет повышенную эффекторную функцию, например ADCC. Не ограничивающие примеры функций эффекторных клеток включают антителозависимую клеточно-опосредованную цитотоксичность (ADCC), антителозависимый фагоцитоз, фагоцитоз, опсонизацию, опсонофагоцитоз, связывание клеток, розеткообразование, связывание C1q и комплемент-зависимую клеточно-опосредованную цитотоксичность (CDC).

В предпочтительном воплощении изменение аффинности или эффекторной функции по меньшей мере в 2 раза, предпочтительно по меньшей мере в 4 раза, по меньшей мере в 5 раз, по меньшей мере в 6 раз, по меньшей мере в 7 раз, по меньшей мере в 8 раз, по меньшей мере в 9 раз, по меньшей мере в 10 раз, по меньшей мере в 50 раз или по меньшей мере в 100 раз по сравнению с сопоставимой молекулой, содержащей Fc-домен дикого типа. В других воплощениях настоящего изобретения вариантный Fc-домен иммуноспецифично связывает один или несколько FcR с аффинностью, которая по меньшей мере на 65%, предпочтительно по меньшей мере на 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 125, 150, 175, 200, 225 или на 250% выше по отношению к молекуле, содержащей Fc-домен дикого типа. Такие измерения могут быть анализами *in vivo* или *in vitro* и в предпочтительном воплощении анализами *in vitro*, такими как тИФА или поверхностный плазмонный резонанс.

В различных воплощениях такие ROR1 mAb 1 антитела или их фрагменты или их производные включают вариантный Fc-домен, в котором указанный вариант служит агонистом по меньшей мере одной активности Fc γ R-рецептора или антагонистом по меньшей мере одной активности Fc γ R-рецептора. В предпочтительном воплощении молекулы включают вариант, который является антагонистом одной или нескольких активностей Fc γ RIIB, например сигнала, опосредуемого В-клеточным рецептором, активации В-клеток, пролиферации В-клеток, образования антител, внутриклеточного притока кальция в В-клетках, прогрессии клеточного цикла, Fc γ RIIB-опосредованного ингибирования сигнального пути Fc ϵ RI, фосфорилирования Fc γ RIIB, рекрутирования SHIP, фосфорилирования SHIP и ассоциации с Shc или активности одной или нескольких молекул, расположенных далее по сигнальному пути (например, MAP киназы, JNK, p38 или Akt) при передаче сигнала по пути Fc γ RIIB. В другом воплощении молекулы включают вариант, который является агонистом (или антагонистом) одной или нескольких активностей Fc ϵ RI, например активации тучных клеток, мобилизации кальция, дегрануляции, выработки цитокинов или высвобождения серотонина.

В некоторых воплощениях такие ROR1 mAb 1 антитела или их фрагменты включают Fc-содержащий домен из двух или более изотипов IgG (например, IgG1, IgG2, IgG3 и IgG4). Различные IgG изотипы демонстрируют различные физические и функциональные свойства, включая период полужизни в сыворотке, связывание комплемента, аффинность связывания Fc γ R и активности эффекторной функции (например, ADCC, CDC и др.), из-за различий в аминокислотных последовательностях их шарнирных и/или Fc-доменов, например, как описано в Fleisch, B.K. and Neppert, J. (1999) "Functions Of The Fc Receptors For Immunoglobulin G", *J. Clin. Lab. Anal.* 14:141-156; Chappel, M.S. et al. (1993) "Identification Of A Secondary Fc Gamma RI Binding Site Within A Genetically Engineered Human IgG Antibody", *J. Biol. Chem.* 33:25124-25131; Chappel, M.S. et al. (1991) "Identification Of The Fc Gamma Receptor Class I Binding Site In Human IgG Through The Use Of Recombinant IgG1/IgG2 Hybrid And Point-Mutated Antibodies", *Proc. Natl. Acad. Sci. (USA)* 88:9036-9040; Brüggemann, M. et al. (1987) "Comparison Of The Effector Functions Of Human Immunoglobulins Using A Matched Set Of Chimeric Antibodies", *J. Exp. Med.* 166:1351-1361. Этот тип вариантного Fc-домена может быть использован отдельно или в сочетании с аминокислотной модификацией для того, чтобы влиять на Fc-опосредованную эффекторную функцию и/или активность связывания. В комбинации аминокислотная модификация и шарнирный/Fc-домен IgG могут демонстрировать аналогичные функциональные возможности (например, повышенную аффинность к Fc γ RIIA) и могут действовать аддитивно или более предпочтительно синергично для того, чтобы изменить эффекторную функциональность в молекуле согласно изобретению по отношению к молекуле по изобретению, содержащей Fc-домен дикого типа. В других воплощениях аминокислотная модификация и Fc-домен IgG могут демонстрировать противоположные функциональные возможности (например, повышенную и пониженную аффинности к Fc γ RIIA, соответственно) и могут действовать, чтобы выборочно смягчить или

уменьшить определенную функциональность в молекуле согласно изобретению по отношению к молекуле по настоящему изобретению, не содержащей Fc-домен, или содержащей Fc-домен дикого типа того же изотипа.

Предпочтительное конкретное воплощение такого ROR1 mAb 1 антитела или его фрагмента включает вариант Fc-домена, в котором указанный вариант Fc-домена содержит по меньшей мере одну аминокислотную модификацию относительно Fc-домена дикого типа, таким образом, что молекула имеет измененную аффинность к FcR, при условии, что указанный вариантный Fc-домен не имеет замены в положениях, благодаря которым осуществляется прямой контакт с FcγR, согласно кристаллографическому и структурному анализу взаимодействий Fc-FcR, таких как те, которые описаны Sondermann, P. et al. (2000) "The 3.2-A Crystal Structure Of The Human IgG1 Fc Fragment-Fc GammaRIII Complex", Nature 406:267-273. Примеры положений в пределах Fc-домена, благодаря которым осуществляется прямой контакт с FcγR, представляют собой аминокислотные остатки 234-239 (шарнирная область), аминокислотные остатки 265-269 (В/С петля), аминокислотные остатки 297-299 (С'/Е петля) и аминокислотные остатки 327-332 (F/G петля). В некоторых воплощениях молекулы по изобретению включают варианты Fc-домены, которые содержат модификацию по меньшей мере одного остатка, который не осуществляет прямой контакт с FcγR согласно структурному и кристаллографическому анализу, например, не находится в пределах участка связывания Fc-FcγR.

Вариантные Fc-домены хорошо известны в данной области, и любой известный вариант Fc может быть использован в настоящем изобретении для придания или изменения эффекторной функции, демонстрируемой такими ROR1 mAb 1 антителами или их фрагментами, содержащими Fc-домен (или его часть) в качестве функционально анализируемого, например, в НК-зависимом или макрофагзависимом анализе. Например, варианты Fc-домена, идентифицированные по изменению эффекторной функции, описаны в публ. РСТ №№ WO 04/063351; WO 06/088494; WO 07/024249; WO 06/113665; WO 07/021841; WO 07/106707; WO 2008/140603 и любой подходящий вариант, раскрытый в них, может быть использован в настоящих молекулах.

В некоторых воплощениях такие ROR1 mAb 1 антитела или их фрагменты включают вариантный Fc-домен, имеющий одну или несколько аминокислотных модификаций в одном или нескольких сайтах, которые изменяют (относительно Fc-домена дикого типа) соотношение аффинностей вариантного Fc-домена к активирующему FcγR (например, FcγRIIA или FcγRIIIA) относительно ингибирующего FcγR (такого как FcγRIIB)

$$\text{Ratio of Affinities} = \frac{\text{Wild-Type to Variant Change in Affinity to Fc}\gamma\text{R}_{\text{Activating}}}{\text{Wild-Type to Variant Change in Affinity to Fc}\gamma\text{R}_{\text{Inhibiting}}}$$

В случаях, когда вариант Fc имеет соотношение аффинностей больше 1, способы по изобретению имеют особое применение в обеспечении терапевтического или профилактического лечения заболевания, расстройства или инфекции или облегчения его симптома, при которых требуется улучшенная эффективность эффекторной функции клеток (например, ADCC), опосредуемая FcγR, например злокачественная опухоль или инфекционное заболевание. В случаях, когда вариант Fc имеет соотношение аффинностей меньше 1, способы настоящего изобретения имеют особое применение в обеспечении терапевтического или профилактического лечения заболевания или расстройства или облегчения их симптома, при которых желательна пониженная эффективность функции эффекторной клетки, опосредуемой FcγR, например, при аутоиммунных или воспалительных расстройствах. В табл. 3 приведены в качестве примера одинарные, двойные, тройные, четверные и пятерные мутации по их соотношению аффинности больше или меньше 1, а дополнительную информацию относительно этих мутаций можно найти в публ. РСТ №№ WO 04/063351; WO 06/088494; WO 07/024249; WO 06/113665; WO 07/021841; WO 07/106707; WO 2008/140603.

Примерные одиночные и множественные мутации, перечисленные по соотношению аффинностей

Соотношение	Одинарная	Двойная	Тройная	Четверная	Пятерная
> 1	F243L D270E R292G R292P	F243L & R292P F243L & Y300L F243L & P396L D270E & P396L R292P & Y300L R292P & V305I R292P & P396L Y300L & P396L P396L & Q419H	F243L, P247L & N421K F243L, R292P & Y300L F243L, R292P & V305I F243L, R292P & P396L F243L, Y300L & P396L P247L, D270E & N421K R255L, D270E & P396L D270E, G316D & R416G D270E, K392T & P396L D270E, P396L & Q419H V284M, R292L & K370N R292P, Y300L	L234F, F243L, R292P & Y300L L235I, F243L, R292P & Y300L L235Q, F243L, R292P & Y300L F243L, P247L, D270E & N421K F243L, R255L, D270E & P396L F243L, D270E, G316D & R416G F243L, D270E, K392T & P396L F243L, D270E, P396L & Q419H F243L, R292P, Y300L, & P396L F243L, R292P, V305I & P396L P247L, D270E, Y300L & N421K R255L, D270E, R292G & P396L R255L, D270E, Y300L & P396L D270E, G316D,	L235V, F243L, R292P, Y300L & P396L L235P, F243L, R292P, Y300L & P396L F243L, R292P, V305I, Y300L & P396L
Соотношение	Одинарная	Двойная	Тройная	Четверная	Пятерная
< 1	Y300L P396L	F243L & P396L P247L & N421K R255L & P396L R292P & V305I K392T & P396L P396L & Q419H	F243L, R292P & V305I	P396L & R416G	

В конкретном воплощении в вариантных Fc-доменах любые аминокислотные модификации (например, замены) в любом из положений 235, 240, 241, 243, 244, 247, 262, 263, 269, 298, 328 или 330 и предпочтительно в одном или нескольких из следующих остатков: A240, I240, L241, L243, N244, N298, I328 или V330. В другом конкретном воплощении, в вариантных Fc-доменах любые аминокислотные модификации (например, замены) в любом из положений 268, 269, 270, 272, 276, 278, 283, 285, 286, 289, 292, 293, 301, 303, 305, 307, 309, 331, 333, 334, 335, 337, 338, 340, 360, 373, 376, 416, 419, 430, 434, 435, 437, 438 или 439 и предпочтительно в одном или нескольких из следующих остатков: H280, Q280, Y280, G290, S290, T290, Y290, N294, K295, P296, D298, N298, P298, V298, I300 или L300.

В предпочтительном воплощении в вариантных Fc-доменах, которые связывают FcγR с измененной аффинностью, любые аминокислотные модификации (например, замены) в любом из положений 255, 256, 258, 267, 268, 269, 270, 272, 276, 278, 280, 283, 285, 286, 289, 290, 292, 293, 294, 295, 296, 298, 300, 301, 303, 305, 307, 309, 312, 320, 322, 326, 329, 330, 332, 331, 333, 334, 335, 337, 338, 339, 340, 359, 360, 373, 376, 416, 419, 430, 434, 435, 437, 438 или 439. Предпочтительно, если вариантный Fc-домен имеет любой из следующих остатков:

A256, N268, Q272, D286, Q286, S286, A290, S290, A298, M301, A312,

E320, M320, Q320, R320, E322, A326, D326, E326, N326, S326, K330, T339, A333, A334,

E334, H334, L334, M334, Q334, V334, K335, Q335, A359, A360 или A430.

В другом воплощении в вариантных Fc-доменах, которые связывают FcγR (с помощью своего Fc-домена) с пониженной аффинностью, любые аминокислотные модификации (например, замены) в любом из положений 252, 254, 265, 268, 269, 270, 278, 289, 292, 293, 294, 295, 296, 298, 300, 301, 303, 322, 324, 327, 329, 333, 335, 338, 340, 373, 376, 382, 388, 389, 414, 416, 419, 434, 435, 437, 438 или 439.

В другом воплощении в вариантных Fc-доменах, которые связывают FcγR (с помощью своего Fc-

домена) с повышенной аффинностью, любые аминокислотные модификации (например, замены) в любом из положений 280, 283, 285, 286, 290, 294, 295, 298, 300, 301, 305, 307, 309, 312, 315, 331, 333, 334, 337, 340, 360, 378, 398 или 430. В другом воплощении в вариантных Fc-доменах, которые связывают FcγRIIA с повышенной аффинностью, любой из следующих остатков:

A255, A256, A258, A267,
A268, N268, A272, Q272, A276, A280, A283, A285, A286, D286, Q286, S286, A290, S290,
M301, E320, M320, Q320, R320, E322, A326, D326, E326, S326, K330, A331, Q335, A337
или A430.

Предпочтительные варианты включают одну или несколько модификаций в любом из положений 228, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 239, 240, 241, 243, 244, 245, 247, 262, 263, 264, 265, 266, 271, 273, 275, 281, 284, 291, 296, 297, 298, 299, 302, 304, 305, 313, 323, 325, 326, 328, 330 или 332.

Особенно предпочтительные варианты включают одну или несколько модификаций, выбранных из групп A-AI

A	228E, 228K, 228Y или 228G;
B	230A, 230E, 230Y или 230G;
C	231E, 231K, 231Y, 231P или 231G;
D	232E, 232K, 232Y, 232G;
E	233D;
F	234I или 234F;
G	235D, 235Q, 235P, 235I или 235V;
H	239D, 239E, 239N или 239Q;
I	240A, 240I, 240M или 240T;
J	243R, 243, 243Y, 243L, 243Q, 243W, 243H или 243I;
K	244H;
L	245A;
M	247G, 247V или 247L;
N	262A, 262E, 262I, 262T, 262E или 262F;
O	263A, 263I, 263M или 263T;
P	264F, 264E, 264R, 264I, 264A, 264T или 264W;
Q	265F, 265Y, 265H, 265I, 265L, 265T, 265B, 265N или 265Q;
R	266A, 266I, 266M или 266T;
S	271D, 271E, 271N, 271Q, 271K, 271R, 271S, 271T, 271H, 271A, 271V, 271L, 271I, 271F, 271M, 271Y, 271W или 271G;
T	273I;
U	275L или 275W;
V	281D, 281K, 281Y или 281P;
W	284E, 284N, 284T, 284L, 284Y or 284M;
X	291D, 291E, 291Q, 291T, 291H, 291I или 291G;
Y	299A, 299D, 299E, 299F, 299G, 299H, 299I, 299K, 299L, 299M, 299N, 299P, 299Q, 299R, 299S, 299v, 299W или 299Y;
Z	302I;
AA	304D, 304N, 304T, 304H или 304L
AB	305I;
AC	313F;
AD	323I;
AE	325A, 325D, 325E, 325G, 325H, 325I, 325L, 325 K, 325R, 325S, 325F, 325M, 325T, 325V, 325Y, 325W или 325P;
AF	328D, 328Q, 328K, 328R, 328S, 328T, 328V, 328I, 328Y, 328W, 328P, 328G, 328a, 328E, 328F, 328H, 328M или 328N;
AG	330L, 330Y, 330I или 330B;
AH	332A, 332D, 332E, 332H, 332N, 332Q, 332T, 332K, 332R, 332S, 332V, 332L, 332F, 332M, 332W, 332P, 332G или 332Y; и
AI	336E, 336K или 336Y

Еще более предпочтительные варианты включают одну или несколько модификаций, выбранных из группы 1-105

Группа	Вариант	Группа	Вариант
1	A330L/I332E	54	S239D/D265L/N297D/I332E
2	D265F/N297E/I332E	55	S239D/D265T/N297D/I332E
3	D265Y/N297D/I332E	56	S239D/D265V/N297D/I332E
4	D265Y/N297D/T299L/I332E	57	S239D/D265Y/N297D/I332E
5	F241E/F243Q/V262T/V264F	58	S239D/I332D
6	F241E/F243Q/V262T/V264E/I332E	59	S239D/I332E
7	F241E/F243R/V262E/V264R	60	S239D/I332E/A330I
8	F241E/F243R/V262E/V264R/I332E	61	S239D/I332N
9	F241E/F243Y/V262T/V264R	62	S239D/I332Q
10	F241E/F243Y/V262T/V264R/I332E	63	S239D/N297D/I332E
11	F241L/F243L/V262I/V264I	64	S239D/N297D/I332E/A330Y
12	F241L/V262I	65	S239D/N297D/I332E/A330Y/F241S/F243H/V262T/V264T
13	F241R/F243Q/V262T/V264R	66	S239D/N297D/I332E/K326E
14	F241R/F243Q/V262T/V264R/I332E	67	S239D/N297D/I332E/L235D
15	F241W/F243W/V262A/V264A	68	S239D/S298A/I332E
16	F241Y/F243Y/V262T/V264T	69	S239D/V264I/A330L/I332E
17	F241Y/F243Y/V262T/V264T/N297D/I332E	70	S239D/V264I/I332E
18	F243L/V262I/V264W	71	S239D/V264I/S298A/I332E
19	P243L/V264I	72	S239E/D265N
20	L328D/I332E	73	S239E/D265Q
21	L328E/I332E	74	S239E/I332D
22	L328H/I332E	75	S239E/I332E
23	L328I/I332E	76	S239E/I332N
24	L328M/I332E	77	S239E/I332Q
25	L328N/I332E	78	S239E/N297D/I332E
26	L328Q/I332E	79	S239E/V264I/A330Y/I332E
27	L328T/I332E	80	S239E/V264I/I332E
28	L328V/I332E	81	S239E/V264I/S298A/A330Y/I332E
29	N297D/A330Y/I332E	82	S239N/A330L/I332E
30	N297D/I332E	83	S239N/A330Y/I332E
31	N297D/I332E/S239D/A330L	84	S239N/I332D
32	N297D/S298A/A330Y/I332E	85	S239N/I332E
33	N297D/T299L/I332E	86	S239N/I332N
34	N297D/T299F/I332E/N297D/T299H/I332E	87	S239N/I332Q
35	N297D/T299I/I332E	88	S239N1S298A/I332E
36	N297D/T299L/I332E	89	S239Q/I332D
37	N297D/T299V/I332E	90	S239Q/I332E
38	N297E/I332E	91	S239Q/I332N
39	N297S/I332E	92	S239Q/I332Q
40	P230A/E233D/I332E	93	S239Q/V264I/I332E
41	P244H/P245A/P247V	94	S298A/I332E
42	S239D/A330L/I332E	95	V264E/N297D/I332E
43	S239D/A330Y/I332E	96	V264I/A330L/I332E
44	S239D/A330Y/I332E/K326E	97	V264I/A330Y/I332E
45	S239D/A330Y/I332E/K326T	98	V264I/I332E
46	S239D/A330Y/I332E/L234I	99	V264I/S298A/I332E
47	S239D/A330Y/I332E/L235D	100	Y296D/N297D/I332E
48	S239D/A330Y/I332E/V240I	101	Y296E/N297D/I332E
49	S239D/A330Y/I332E/V264T	102	Y296H/N297D/I332E
50	S239D/A330Y/I332E/V266I	103	Y296N/N297D/I332E
51	S239D/D265F/N297D/I332E	104	Y296Q/N297I/I332E
52	S239D/D265H/N297D/I332E	105	Y296T/N297D/I332E
53	S239D/D265I/N297D/I332E		

В одном воплощении такие ROR1 mAb 1 антитела или их фрагменты могут содержать вариантный Fc-домен, имеющий по меньшей мере одну модификацию в Fc-домене. В некоторых воплощениях вариантный Fc-домен содержит по меньшей мере одну замену, выбранную из группы, состоящей из L235V, F243L, R292P, Y300L, V305I и P396L, в котором указанная нумерация представлена по индексу EU, как в Kabat. В конкретном воплощении изобретения вариантный Fc-домен содержит

(A) по меньшей мере одну замену, выбранную из группы, состоящей из F243L, R292P, Y300L, V305I и P396L;

(B) по меньшей мере две замены, выбранные из группы, состоящей из

(1) F243L и P396L;

(2) F243L и R292P и

(3) R292P и V305I;

(C) по меньшей мере три замены, выбранные из группы, состоящей из

(1) F243L, R292P и Y300L;

(2) F243L, R292P и V305I;

(3) F243L, R292P и P396L и

(4) R292P, V305I и P396L;

(D) по меньшей мере четыре замены, выбранные из группы, состоящей из

(1) F243L, R292P, Y300L и P396L и

(2) F243L, R292P, V305I и P396L; или

(E) по меньшей мере пять замен, выбранных из группы, состоящей из

(1) F243L, R292P, Y300L, V305I и P396L и

(2) L235V, F243L, R292P, Y300L и P396L.

В другом конкретном воплощении вариантный Fc-домен содержит замены:

(A) F243L, R292P и Y300L;

(B) L235V, F243L, R292P, Y300L и P396L; или

(C) F243L, R292P, Y300L, V305I и P396L.

В других воплощениях такие ROR1 mAb 1 антитела или их фрагменты могут обладать любым вариантом Fc, известным в данной области, таким как те, что описаны в

Jefferis, R. et al. (2002) "Interaction Sites On Human IgG-Fc For Fcγ₁R: Current Models,"

Immunol. Lett. 82:57-65; Presta, L.G. et al. (2002) "Engineering Therapeutic Antibodies For

Improved Function," Biochem. Soc. Trans. 30:487-90; Idusogie, E.E. et al. (2001) "Engineered

Antibodies With Increased Activity To Recruit Complement," J. Immunol. 166:2571-75; Shields,

R.L. et al. (2001) "High Resolution Mapping Of The Binding Site On Human IgG1 For Fc

γ₁RI, Fc γ₁RII, Fc γ₁RIII, And Fcγ₁Rn And Design Of IgG1 Variants With

Improved Binding To The Fc γ₁R," J. Biol. Chem. 276:6591-6604; Idusogie, E.E. et al.

(2000) "Mapping Of The C1q Binding Site On Rituxan, A Chimeric Antibody With A Human IgG

Fc," J. Immunol. 164:4178-84; Reddy, M.P. et al. (2000) "Elimination Of Fc Receptor-

Dependent Effector Functions Of A Modified IgG4 Monoclonal Antibody To Human CD4," J.

Immunol. 164:1925-1933; Xu, D. et al. (2000) "In Vitro Characterization of Five Humanized

OKT3 Effector Function Variant Antibodies," Cell. Immunol. 200:16-26; Armour, K.L. et al.

(1999) "Recombinant human IgG Molecules Lacking Fcγ₁ Receptor I Binding And

Monocyte Triggering Activities," Eur. J. Immunol. 29:2613-24; Jefferis, R. et al. (1996)

"Modulation Of Fc(γ₁)R And Human Complement Activation By IgG3-Core

Oligosaccharide Interactions," Immunol. Lett. 54:101-04; Lund, J. et al. (1996) "Multiple

Interactions Of IgG With Its Core Oligosaccharide Can Modulate Recognition By Complement

And Human Fc γ₁ Receptor I And Influence The Synthesis Of Its Oligosaccharide Chains,"

J. Immunol. 157:4963-4969; Hutchins et al. (1995) "Improved Biodistribution, Tumor Targeting,

And Reduced Immunogenicity In Mice With A Gamma 4 Variant Of Campath-1H,” Proc. Natl. Acad. Sci. (U.S.A.) 92:11980-84; Jefferis, R. *et al.* (1995) “*Recognition Sites On Human IgG For Fc Gamma Receptors: The Role Of Glycosylation,*” Immunol. Lett. 44:111-17; Lund, J. *et al.* (1995) “*Oligosaccharide-Protein Interactions In IgG Can Modulate Recognition By Fc Gamma Receptors,*” FASEB J. 9:115-19; Alegre, M.L. *et al.* (1994) “*A Non-Activating "Humanized" Anti-CD3 Monoclonal Antibody Retains Immunosuppressive Properties In Vivo,*” Transplantation 57:1537-1543; Lund *et al.* (1992) “*Multiple Binding Sites On The CH2 Domain Of IgG For Mouse Fc Gamma R11,*” Mol. Immunol. 29: 53-59; Lund *et al.* (1991) “*Human Fc Gamma RI And Fc Gamma RII Interact With Distinct But Overlapping Sites On Human IgG,*” J. Immunol. 147:2657-2662; Duncan, A.R. *et al.* (1988) “*Localization Of The Binding Site For The Human High-Affinity Fc Receptor On IgG,*” Nature 332:563-564;

в патентах США №№ 5624821; 5885573; 6194551; 7276586 и 7317091; и публ. PCT WO 00/42072 и WO 99/58572.

В некоторых воплощениях такие ROR1 mAb 1 антитела или их фрагменты могут дополнительно содержать один или несколько сайтов гликозилирования, так что один или нескольких углеводных остатков ковалентно присоединены к молекуле. Предпочтительно такие ROR1 mAb 1 антитела или их фрагменты с одним или несколькими сайтами гликозилирования и/или одной или несколькими модификациями в Fc-домене придают или обладают усиленной опосредованной антителами эффекторной функцией, например повышенной активностью ADCC по сравнению с немодифицированными ROR1 mAb 1 антителами или фрагментами. В некоторых воплощениях настоящее изобретение дополнительно включает такие ROR1 mAb 1 антитела или их фрагменты, содержащие одну или несколько модификаций аминокислот, которые прямо или косвенно, как известно, взаимодействуют с углеводной частью Fc-домена, в том числе, без ограничения указанным, аминокислоты в положениях 241, 243, 244, 245, 245, 249, 256, 258, 260, 262, 264, 265, 296, 299 и 301. Аминокислоты, которые прямо или косвенно взаимодействуют с углеводной частью Fc-домена, известны в данной области, см., например, Jefferis, R. *et al.* (1995) “*Recognition Sites On Human IgG For Fc Gamma Receptors: The Role Of Glycosylation,*” Immunol. Lett. 44:111-17.

В другом воплощении настоящее изобретение охватывает такие ROR1 mAb 1 антитела или их фрагменты, которые были модифицированы путем введения одного или нескольких сайтов гликозилирования в один или несколько участков молекул, предпочтительно без изменения функциональности молекул, например, активности связывания с антигеном-мишенью или с FcγR. Сайты гликозилирования могут быть введены в вариабельную и/или константную области молекулы по изобретению. При использовании в данном описании термин “сайты гликозилирования” включают любую конкретную аминокислотную последовательность в антителе, к которой олигосахариды (т.е. углеводы, содержащие два или более простых сахара, связанных друг с другом) специфически и ковалентно присоединены. Олигосахаридные боковые цепи, как правило, связаны с основной цепью антитела либо через N- либо через O-связь. N-связанное гликозилирование относится к присоединению олигосахаридных фрагментов к боковой цепи остатка аспарагина. O-связанное гликозилирование относится к присоединению олигосахаридных фрагментов к гидроксиаминокислоте, например серину, треонину. Такие ROR1 mAb 1 антитела или их фрагменты могут содержать один или несколько сайтов гликозилирования, в том числе N-связанные и O-связанные сайты гликозилирования. Любой сайт гликозилирования для N-связанного или O-связанного гликозилирования, известный в данной области техники, может быть использован в соответствии с настоящим изобретением. Примерный сайт N-связанного гликозилирования представляет собой аминокислотную последовательность Asn-X-Thr/Ser, где X может быть любой аминокислотой, и Thr/Ser обозначает треонин или серин. Такой сайт или сайты могут быть введены в молекулу настоящего изобретения с помощью способов, хорошо известных в области техники, к которой относится настоящее изобретение (см., например, *In vitro Mutagenesis, Recombinant DNA: A Short Course*, J.D. Watson, *et al.*, W.H. Freeman and Company, New York, 1983, глава 8, стр. 106-116, которая включена в данное описание ссылкой во всей полноте. Примерный способ введения сайта гликозилирования в такое ROR1 mAb 1-антитело или их фрагмент может включать модификацию или мутацию аминокислотной последовательности молекулы таким образом, чтобы получить требуемую последовательность Asn-X-Thr/Ser, или экспрессию кодирующей ROR1 mAb 1 антитело молекулы нуклеиновой кислоты, имеющей такую последовательность.

В некоторых воплощениях изобретение относится к способам модификации содержания углеводов в таких ROR1 mAb 1 антителах или их фрагментах путем добавления или удаления сайта гликозилирования. Способы модификации содержания углеводов антител (и молекул, содержащих антительные до-

мены, например, Fc-домен), хорошо известны в данной области техники и охватываются настоящим изобретением, см., например, патент США № 6218149; EP 0359096 B1; публикация № US 2002/0028486; WO 03/035835; публ. США № 2003/0115614; патенты США №№ 6218149; 6472511; каждый из которых включен в настоящее описание ссылкой во всей полноте. В других воплощениях изобретение относится к способам модификации содержания углеводов в таких ROR1 mAb 1 антителах или их фрагментах путем удаления одной или нескольких эндогенных углеводных групп молекулы. В конкретном воплощении настоящее изобретение включает перенос сайта гликозилирования Fc-домена антитела путем изменения положения, примыкающего к 297. В конкретном воплощении настоящее изобретение охватывает модификацию положения 296 с тем, чтобы положение 296, а не положение 297 было гликозилированным.

Эффекторная функция может быть модифицирована методами, описанными в публ. PCT №№ WO 04/063351; WO 06/088494; WO 07/024249; WO 06/113665; WO 07/021841; WO 07/106707; WO 2008/140603 или другими средствами. Например, остаток(ки) цистеина может быть введен в Fc-домен, что позволит создать межцепочечную дисульфидную связь в этой области, в результате чего образуется гомодимерное антитело, которое может иметь улучшенную способность к интернализации и/или повышенному комплемент-опосредованному уничтожению клеток и ADCC (Caron, P.C. et al. (1992) "Engineered Humanized Dimeric Forms Of IgG Are More Effective Antibodies", J. Exp. Med. 176:1191-1195; Shopes, B. (1992) "A Genetically Engineered Human IgG Mutant With Enhanced Cytolytic Activity", J. Immunol. 148(9):2918-2922. Гомодимерные антитела с повышенной противоопухолевой активностью также могут быть получены с использованием гетеробифункциональных сшивающих агентов, как описано в Wolff, EA et al. (1993) "Monoclonal Antibody Homodimers: Enhanced Antitumor Activity In Nude Mice", Cancer Research 53:2560-2565. В ином случае может быть сконструировано антитело, которое имеет двойные Fc-домены и поэтому может усилить комплементный лизис и способности к ADCC (Stevenson, G.T. et al. (1989) "A Chimeric Antibody With Dual Fc Domains (bisFabFc) Prepared By Manipulations At The IgG Hinge", Anti-Cancer Drug Design 3:219-230).

Тот факт, что одно изменение аминокислотного остатка CDR может привести к потере функционального связывания (Rudikoff, S. etc. (1982) "Single Amino Acid Substitution Altering Antigen-Binding Specificity", Proc. Natl. Acad. Sci. (USA) 79(6): 1979-1983), обеспечивает средство для систематического выявления альтернативных последовательностей функциональных CDR. В одном предпочтительном способе получения таких вариантных CDR, полинуклеотид, кодирующий CDR, подвергают мутагенезу (например, с помощью случайного мутагенеза или сайт-направленного мутагенеза (например, полимеразной цепной реакции с использованием праймеров, которые кодируют мутированный локус) с получением CDR, имеющей замененный аминокислотный остаток. Сравнивая идентичность соответствующего остатка в исходной (функциональной) последовательности CDR с идентичностью замещенного (нефункционального) варианта последовательности CDR, можно идентифицировать балл замены BLOSUM62.ijj конкретно для этой замены. Система BLOSUM обеспечивает матрицу аминокислотных замен, созданных на основе анализа базы данных последовательностей для доверенных выравниваний (Eddy, SR (2004) "Where Did The BLOSUM62 Alignment Score Matrix Come From?" Nature Biotech. 22(8): 1035-1036; Henikoff, J.G. (1992) "Amino acid substitution matrices from protein blocks", Proc. Natl. Acad. Sci. (USA) 89:10915-10919; Karlin, S. et al. (1990) "Methods For Assessing The Statistical Significance Of Molecular Sequence Features By Using General Scoring Schemes", Proc. Natl. Acad. Sci.(USA) 87:2264-2268; Altschul, S.F. (1991) "Amino Acid Substitution Matrices From An Information Theoretic Perspective", J. Mol. Biol. 219, 555-565.

В настоящее время наиболее передовая база данных BLOSUM представляет собой базу данных BLOSUM62 (BLOSUM62.ijj). В табл. 4 представлены баллы замещения BLOSUM62.ijj (чем выше балл, тем более консервативная замена и, следовательно, более вероятно, что замена не повлияет на функцию). Если антигенсвязывающий фрагмент, содержащий результирующий CDR, не может связываться с ROR1, например, когда балл замещения BLOSUM62.ijj считается недостаточно консервативным, то выбирается и производится новый кандидат замещения, имеющий более высокий заместительный балл. Так, например, если исходный остаток был глутаматом (E), а нефункциональный замещающий остаток представляет собой гистидин (H), то балл замещения BLOSUM62.ijj будет 0, а более консервативные изменения (например, на аспаргат, аспарагин, глутамин или лизин), будут предпочтительными.

Таблица 4

	A	R	N	D	C	Q	E	G	H	I	L	K	M	F	P	S	T	W	Y	V
A	+4	-1	-2	-2	0	-1	-1	0	-2	-1	-1	-1	-1	-2	-1	+1	0	-3	-2	0
R	-1	+5	0	-2	-3	+1	0	-2	0	-3	-2	+2	-1	-3	-2	-1	-1	-3	-2	-3
N	-2	0	+6	+1	-3	0	0	0	+1	-3	-3	0	-2	-3	-2	+1	0	-4	-2	-3
D	-2	-2	+1	+6	-3	0	+2	-1	-1	-3	-4	-1	-3	-3	-1	0	-1	-4	-3	-3
C	0	-3	-3	-3	+9	-3	-4	-3	-3	-1	-1	-3	-1	-2	-3	-1	-1	-2	-2	-1
Q	-1	+1	0	0	-3	+5	+2	-2	0	-3	-2	+1	0	-3	-1	0	-1	-2	-1	-2
E	-1	0	0	+2	-4	+2	+5	-2	0	-3	-3	+1	-2	-3	-1	0	-1	-3	-2	-2
G	0	-2	0	-1	-3	-2	-2	+6	-2	-4	-4	-2	-3	-3	-2	0	-2	-2	-3	-3
H	-2	0	+1	-1	-3	0	0	-2	+8	-3	-3	-1	-2	-1	-2	-1	-2	-2	+2	-3
I	-1	-3	-3	-3	-1	-3	-3	-4	-3	+4	+2	-3	+1	0	-3	-2	-1	-3	-1	+3
L	-1	-2	-3	-4	-1	-2	-3	-4	-3	+2	+4	-2	+2	0	-3	-2	-1	-2	-1	+1
K	-1	+2	0	-1	-3	+1	+1	-2	-1	-3	-2	+5	-1	-3	-1	0	-1	-3	-2	-2
M	-1	-1	-2	-3	-1	0	-2	-3	-2	+1	+2	-1	+5	0	-2	-1	-1	-1	-1	+1
F	-2	-3	-3	-3	-2	-3	-3	-3	-1	0	0	-3	0	+6	-4	-2	-2	+1	+3	-1
P	-1	-2	-2	-1	-3	-1	-1	-2	-2	-3	-3	-1	-2	-4	+7	-1	-1	-4	-3	-2
S	+1	-1	+1	0	-1	0	0	0	-1	-2	-2	0	-1	-2	-1	+4	+1	-3	-2	-2
T	0	-1	0	-1	-1	-1	-1	-2	-2	-1	-1	-1	-1	-2	-1	+1	+5	-2	-2	0
W	-3	-3	-4	-4	-2	-2	-3	-2	-2	-3	-2	-3	-1	+1	-4	-3	-2	+11	+2	-3
Y	-2	-2	-2	-3	-2	-1	-2	-3	+2	-1	-1	-2	-1	+3	-3	-2	-2	+2	+7	-1
V	0	-3	-3	-3	-1	-2	-2	-3	-3	+3	+1	-2	+1	-1	-2	-2	0	-3	-1	+4

Таким образом, изобретение предусматривает применение случайного мутагенеза для идентификации улучшенных CDR. В ином случае может использоваться технология фагового дисплея для увеличения (или уменьшения) CDR-аффинности. Эта технология, обозначаемая как созревание аффинности, использует мутагенез или "CDR-прогулку", и повторная селекция использует антиген-мишень или его антигенный фрагмент для идентификации антител, содержащих CDR, которые связываются с более высокой (или более низкой) аффинностью с антигеном по сравнению с исходным или родительским антителом (см., например, Glaser et al. (1992) *J. Immunology* 149:3903). Мутагенез целых кодонов, а не отдельных нуклеотидов приводит к квази-рандомизированному репертуару аминокислотных мутаций. Могут быть сконструированы библиотеки, состоящие из пула вариантных клонов, каждый из которых отличается единственным аминокислотным изменением в одной CDR, и которые содержат варианты, представляющие каждую возможную аминокислотную замену для каждого остатка CDR. Мутанты с повышенной (или пониженной) аффинностью связывания с антигеном могут быть подвергнуты скринингу путем контактирования иммобилизованных мутантов с меченым антигеном. Любой метод скрининга, известный в данной области, можно использовать для идентификации мутантных антител с повышенной или пониженной аффинностью к антигену (например, тИФА), (см. Wu et al. 1998, *Proc. Natl. Acad. Sci. (USA)* 95:6037; Yelton et al., 1995, *J. Immunology* 155:1994). Возможно, можно использовать CDR-прогулку, которая рандомизирует легкую цепь (см. Schier et al., 1996, *J. Mol. Bio.* 263:551). Способы осуществления такого созревания аффинности описаны, например, в Krause, JC J.C. et al. (2011) "An Insertion Mutation That Distorts Antibody Binding Site Architecture Enhances Function Of A Human Antibody", *MBio.* 2(1) pii:e00345-10. doi: 10.1128/mBio.00345-10; Kuan, C.T. et al. (2010) "Affinity-Matured Anti-Glycoprotein

NMB Recombinant Immunotoxins Targeting Malignant Gliomas And Melanomas", *Int. J. Cancer* 10.1002/ijc.25645; Hackel, B.J. et al. (2010) "Stability And CDR Composition Biases Enrich Binder Functionality Landscapes", *J. Mol. Biol.* 401(1):84-96; Montgomery, D.L. et al. (2009) "Affinity Maturation And Characterization Of A Human Monoclonal Antibody Against HIV-1 gp41", *MAbs* 1(5):462-474; Gustchina, E. et al. (2009) "Affinity Maturation By Targeted Diversification Of The CDR-H2 Loop Of A Monoclonal Fab Derived From A Synthetic Naïve Human Antibody Library And Directed Against The Internal Trimeric Coiled-Coil Of Gp41 Yields A Set Of Fobs With Improved HIV-1 Neutralization Potency And Breadth", *Virology* 393(1): 112-119; Finlay, W.J. et al. (2009) "Affinity Maturation Of A Humanized Rat Antibody For Anti-RAGE Therapy: Comprehensive Mutagenesis Reveals A High Level Of Mutational Plasticity Both Inside And Outside The Complementarity-Determining Regions", *J. Mol. Biol.* 388(3):541-558; Bostrom, J. et al. (2009) "Improving Antibody Binding Affinity And Specificity For Therapeutic Development", *Methods Mol. Biol.* 525:353-376; Steidl, S. et al. (2008) "In Vitro Affinity Maturation Of Human GM-CSF Antibodies By Targeted CDR-Diversification", *Mol. Immunol.* 46(1): 135-144; и Barderas, R. et al. (2008) "Affinity maturation of antibodies assisted by in silico modeling", *Proc. Natl. Acad. Sci.(USA)* 105(26):9029-9034.

В качестве примера мульти-луночные планшеты могут быть покрыты выбранным ROR1 mAb 1 антителом (например, 100 нг/луночку в карбонатном буфере при комнатной температуре в течение 2 ч), а затем их инкубируют с растворимым ROR1 в разведении 1/10 и инкубируют при комнатной температуре в течение 16 ч или разбавляют до концентрации 50 нг/мл в PBS-T-BSA (0,05 мл добавляют в каждую луночку и инкубируют в течение по меньшей мере 2 ч при комнатной температуре). Затем планшет промывают и затем добавляют разведенные рекомбинантные антитела, начиная с 0,5 мкг/мл в PBS-T-BSA, и инкубируют в течение 1 ч при комнатной температуре. Затем измеряют связывание рекомбинантных антител с захваченным антигеном, например с использованием античеловеческого IgG-конъюгата пероксидазы хрена и субстрата ТМВ. После остановки проявления цвета с использованием разбавленной серной кислоты планшет считывают при 450 нм и идентифицируют антитела с более высокой аффинностью (см., например, патент США № 7351803).

VI. Фармацевтические композиции.

В одном воплощении настоящее изобретение включает фармацевтические композиции для лечения онкологического заболевания или заболевания, которое характеризуется наличием антигена, ассоциированного с заболеванием. Такие композиции включают объемные лекарственные композиции, полезные при изготовлении фармацевтических композиций (например, неочищенные или нестерильные композиции), и фармацевтические композиции (например, композиции, которые пригодны для введения объекту или пациенту), которые могут быть использованы при приготовлении стандартных лекарственных форм. Такие композиции содержат профилактически или терапевтически эффективное количество модифицированного диатела по настоящему изобретению или комбинацию таких агентов и фармацевтически приемлемый носитель. Предпочтительно композиции по изобретению содержат профилактически или терапевтически эффективное количество одной или нескольких молекул по изобретению и фармацевтически приемлемый носитель. Изобретение также относится к фармацевтическим композициям, содержащим такие модифицированные диатела и второе терапевтическое антитело, которое специфично для конкретного антигена заболевания, и фармацевтически приемлемый носитель.

Используемые в настоящем документе термины "лечение" или "лечить" обозначают подход для получения полезного или желаемого результата, в том числе и предпочтительно полезного или желаемого клинического результата. Такие полезные или желаемые клинические результаты включают, без ограничения перечисленным, один или несколько из следующих: уменьшение пролиферации (или уничтожение) инфицированных клеток или других больных клеток, уменьшение симптомов в результате заболевания, повышение качества жизни людей, страдающих от этой болезни, уменьшение дозы других лекарственных средств, необходимых для лечения заболевания, отсрочка прогрессирования заболевания, и/или продление срока выживаемости животных-реципиентов.

В конкретном воплощении термин "фармацевтически приемлемый" означает одобренный регулирующим органом федерального правительства или правительства штата или перечисленные в фармакопее США или другой общепризнанной фармакопее для использования у животных, а более конкретно у человека (см., например, Remington: The Science and Practice of Pharmacy (2012) Allen, Loyd V., Jr. (Ed.) 22nd Edition, Pharmaceutical Press, London UK). Термин "носитель" относится к разбавителю, адьюванту (например, адьюванту Фрейнда (полный и неполный), наполнителю или носителю, с которым вводят терапевтическое средство. Такие фармацевтические носители могут быть стерильными жидкостями, такими как вода и масла, в том числе полученные из нефти, животного, растительного или синтетического происхождения, такие как арахисовое масло, соевое масло, минеральное масло, кунжутное масло и т.п. Вода является предпочтительным носителем, когда фармацевтическую композицию вводят внутривенно. Солевые растворы и водные растворы декстрозы и глицерины могут быть использованы в качестве жидких носителей, в частности, для растворов для инъекций. Подходящие фармацевтические наполнители включают крахмал, глюкозу, лактозу, сахарозу, желатин, солод, рис, муку, мел, силикагель, стеарат натрия, моностеарат глицерина, тальк, хлорид натрия, сухое обезжиренное молоко, глицерин, пропиленгликоль, воду, этанол и т.п. Композиция, если целесообразно, может также содержать незначительные

количества смачивающих или эмульгирующих агентов или рН-буферные агенты. Эти композиции могут принимать форму растворов, суспензий, эмульсий, таблеток, пилюль, капсул, порошков, препаратов с замедленным высвобождением и т.п.

Как правило, ингредиенты композиций по изобретению поставляются либо отдельно, либо в смеси друг с другом в виде стандартной лекарственной формы, например в виде сухого лиофилизированного порошка или безводного концентрата в герметично закрытом контейнере, таком как ампула или саше, с указанием количества активного агента. Когда композиция предназначена для введения путем инфузии, она может быть налита в инфузионный флакон, содержащий стерильную воду фармацевтической чистоты или физиологический раствор. Когда композицию вводят путем инъекции, может обеспечиваться ампула стерильной воды для инъекций или физиологического раствора таким образом, что ингредиенты могут быть смешаны перед введением.

Композиции по изобретению могут быть приготовлены в виде нейтральной или солевой формы. Фармацевтически приемлемые соли включают, без ограничения перечисленным, соли, образованные с анионами, такие как соли, полученные из соляной, фосфорной, уксусной, щавелевой, винной кислот и т.д., и соли, образованные с катионами, такие как соли, полученные из натрия, калия, аммония, кальция, трехвалентного железа, гидроксиды, изопропиламин, триэтиламин, 2-этиламиноэтанол, гистидин, прокаин и т.д.

В изобретении также предлагается фармацевтическая упаковка или набор, включающий один или более контейнеров, содержащих модифицированное диатело по настоящему изобретению, индивидуально или с таким фармацевтически приемлемым носителем. Кроме того, один или более других профилактических или терапевтических агентов, пригодных для лечения заболевания, также могут быть включены в фармацевтическую упаковку или набор. В изобретении также предлагается фармацевтическая упаковка или набор, включающий один или несколько контейнеров, заполненных одним или несколькими ингредиентами фармацевтических композиций по изобретению. Необязательно такому контейнеру(ам) может сопутствовать уведомление в форме, предписанной правительственным агентством, регулирующим производство, применение или продажу фармацевтических или биологических продуктов, которое отражает одобрение органом производства, применения или продажи для введения человеку.

В настоящем изобретении предлагаются наборы, которые могут быть использованы в описанных выше способах. В одном воплощении набор включает в себя одну или несколько молекул по изобретению. В другом воплощении набор дополнительно включает один или несколько других профилактических или терапевтических агентов, пригодных для лечения онкологического заболевания или заболевания, характеризующегося наличием антигена, ассоциированного с заболеванием, в одном или в нескольких контейнерах. В другом воплощении набор дополнительно включает одно или несколько антител или диател, которые связываются с одним или с несколькими антигенами, ассоциированными с заболеванием. В некоторых воплощениях другой профилактический или терапевтический агент представляет собой химиотерапевтическое средство. В других воплощениях профилактический или терапевтический агент представляет собой биологическое или гормональное терапевтическое средство.

VII. Способы получения триспецифичных связывающих молекул по настоящему изобретению.

Триспецифичные связывающие молекулы по настоящему изобретению наиболее предпочтительно получают посредством экспрессии рекомбинантных молекул нуклеиновых кислот, которые кодируют полипептиды, как хорошо известно в данной области техники.

Полипептиды по изобретению могут быть получены стандартным способом с использованием твердофазного пептидного синтеза (Merrifield, B. (1986) "Solid Phase Synthesis", Science 232(4748):341-347; Houghten, R.A. (1985) "General Method For The Rapid Solid-Phase Synthesis Of Large Numbers Of Peptides: Specificity Of Antigen-Antibody Interaction At The Level Of Individual Amino Acids", Proc. Natl. Acad. Sci. (U.S.A.) 82(15):5131-5135; Ganesan, A. (2006) "Solid-Phase Synthesis In The Twenty-First Century", Mini Rev. Med. Chem. 6(1):3-10).

В ином случае антитела могут быть получены рекомбинантным способом и экспрессированы с использованием любого способа, известного в данной области. Антитела могут быть сделаны рекомбинантным способом сначала путем выделения антител, сделанных из животных-хозяев, с получением последовательности гена и с использованием генной последовательности для экспрессии антитела рекомбинантно в клетках-хозяевах (например, клетках CHO). Другой метод, который может быть использован - это экспрессия последовательности антитела в растениях (например, в табаке) или в трансгенном молоке. Были раскрыты подходящие методы экспрессии рекомбинантных антител в растениях или молоке (см., например, Peeters et al. (2001) "Production Of Antibodies And Antibody Fragments In Plants", Vaccine 19:2756; Lonberg, N. et al. (1995) "Human Antibodies From Transgenic Mice", Int. Rev. Immunol 13:65-93 и Pollock et al. (1999) "Transgenic Milk As A Method For The Production Of Recombinant Antibodies", J. Immunol Methods 231:147-157). Подходящие способы получения производных антител, например химерных, гуманизированных, одноцепочечных и т.д., известны в данной области техники. В другом альтернативном варианте антитела могут быть получены рекомбинантным способом с помощью технологии фагового дисплея (см., например, патенты США №№ 5565332; 5580717; 5733743; 6265150; и Winter, G. et al. (1994) "Making Antibodies By Phage Display Technology", Annu. Rev. Immunol. 12:433-455).

Антитела или белок, представляющие интерес, могут быть подвергнуты секвенированию с помощью деградации Эдмана, которое хорошо известно специалистам в данной области техники. Информация о пептиде, генерированном из масс-спектрометрии или деградации по Эдману, может быть использована для разработки зондов или праймеров, которые используются для клонирования белка, представляющего интерес.

Альтернативный метод клонирования белка, представляющего интерес, представляет собой "пэннинг" с использованием очищенных белков или их частей, для клеток, экспрессирующих антитело или белок, представляющий интерес. Процедура "пэннинга" может быть осуществлена путем получения библиотеки кДНК из тканей или клеток, которые экспрессируют или сверхэкспрессируют целевые кДНК в втором типе клеток, и путем скрининга трансфицированных клеток второго типа клеток на предмет специфического связывания с целевым белком. Подробное описание методов, используемых для клонирования генов млекопитающих, кодирующих белки клеточной поверхности, с помощью "пэннинга" можно найти в данной области (см., например, Aruffo, A. et al. (1987) "Molecular Cloning Of A CD28 cDNA By A High-Efficiency COS Cell Expression System", Proc. Natl. Acad. Sci.(U.S.A.) 84:8573-8577 и Stephan, J. et al. (1999) "Selective Cloning Of Cell Surface Proteins Involved In Organ Development: Epithelial Glycoprotein Is Involved In Normal Epithelial Differentiation", Endocrinol. 140: 5841-5854).

кДНК, кодирующие антитела, и другие пептидные агонисты, антагонисты и модуляторы, могут быть получены с помощью обратной транскрипции мРНК из определенного типа клеток в соответствии со стандартными методами в данной области техники. В частности, мРНК могут быть выделены с использованием различных литических ферментов или химических растворов в соответствии с методиками, изложенными в руководстве Sambrook et al. выше, или извлечены с помощью коммерчески доступных нуклеиновых кислот-связывающих смол согласно инструкции, предоставляемой производителями (например, Qiagen, Invitrogen, Promega). Синтезированные кДНК затем вводят в экспрессирующий вектор для продуцирования антитела или белка, представляющего интерес, в клетках второго типа. Предполагается, что экспрессирующий вектор должен быть реплицируемым в клетках-хозяевах либо как эписома, либо как интегральная часть хромосомной ДНК. Подходящие экспрессирующие векторы включают, без ограничения перечисленным, плазмиды, вирусные векторы, в том числе аденовирусы, аденоассоциированные вирусы, ретровирусы, и космоиды.

Векторы, содержащие полинуклеотиды, представляющие интерес, могут быть введены в клетку-хозяин с помощью любого из целого ряда соответствующих средств, в том числе электропорации, трансфекции с применением хлорида кальция, хлорида рубидия, фосфата кальция, DEAE-декстрана или других веществ; бомбардировки микрочастицами; липофекции; и инфекции (например, где вектор представляет собой инфекционный агент, такой как вирус коровьей оспы). Выбор внедряющих векторов или полинуклеотидов часто будет зависеть от особенностей клетки-хозяина.

Любые клетки-хозяева, способные сверхэкспрессировать гетерологичные ДНК, можно использовать для целей выделения генов, кодирующих антитело, полипептид или белок, представляющий интерес. Неограничивающие примеры подходящих клеточных хозяев млекопитающих включают, без ограничения перечисленным, COS, HeLa и клетки CHO. Предпочтительно, чтобы клетки-хозяева экспрессировали кДНК на уровне около 5 раз выше, более предпочтительно в 10 раз выше, более предпочтительно в 20 раз выше, более предпочтительно в 50 раз выше, более предпочтительно в 100 раз выше, чем у соответствующего эндогенного антитела или белка, представляющего интерес, если он присутствует в клетках-хозяевах. Скрининг клеток-хозяев на предмет специфического связывания с целевым белком предпочтительно осуществляют путем иммунологического анализа или FACS. Таким образом, клетка, сверхэкспрессирующая антитело или белок, представляющий интерес, может быть идентифицирована.

Также доступны различные методы, которые в настоящее время могут быть использованы для получения мутантных пептидных агонистов, антагонистов и модуляторов, которые кодируют аминокислотные последовательности полученного белка со вставками, делециями или заменами по отношению к родительскому пептидному агонисту, антагонисту или модулятору.

Настоящее изобретение включает модификации в отношении триспецифичных связывающих молекул по изобретению, которые не оказывают существенного влияния на их свойства, и варианты, которые обладают повышенной или сниженной активностью. Модификация полипептидов является обычной практикой в данной области. Примеры модифицированных полипептидов включают полипептиды с консервативными заменами аминокислотных остатков, одной или более делеций или вставок аминокислот, которые не оказывают существенного вредного изменения функциональной активности или использование химических аналогов. Аминокислотные остатки, которые могут консервативно заменять друг друга, включают, без ограничения перечисленным, глицин/аланин; валин/изолейцин/лейцин; аспарагин/глутамин; аспарагиновая кислота/глутаминовая кислота; серин/треонин; лизин/аргинин и фенилаланин/тирозин. Эти полипептиды также включают гликозилированные и негликозилированные полипептиды, а также полипептиды с другими посттрансляционными модификациями, такими как, например, гликозилирование с использованием различных сахаров, ацетилирование и фосфорилирование. Предпочтительно аминокислотные замены будут консервативными, если замещенные аминокислоты будут обладать химическими свойствами, сходными с исходной аминокислотой. Такие консервативные замены извест-

ны в данной области, и примеры приведены выше. Аминокислотные модификации могут варьироваться от изменения или модификации одной или нескольких аминокислот до полной перестройки области, такой как вариабельный домен. Изменения в вариабельной области могут изменять аффинность связывания и/или специфичность. Другие способы модификации включают использование методов конденсации, известных в данной области техники, включая, без ограничения указанными, ферментные средства, окислительные замещения и комплексообразование. Модификации могут быть использованы, например, для присоединения меток для иммунологического анализа, как, например, присоединение радиоактивных компонентов для радиоиммунологического анализа. Модифицированные полипептиды получают с использованием установленных процедур в данной области и могут быть подвергнуты скринингу с использованием стандартных анализов, известных в данной области техники.

Изобретение также охватывает слитые белки, содержащие один или несколько фрагментов или областей из полипептидов и антител настоящего изобретения. В одном воплощении предлагается слитый полипептид, который содержит по меньшей мере 10 непрерывно расположенных аминокислот вариабельной области легкой цепи и по меньшей мере 10 аминокислот вариабельной области тяжелой цепи. В другом воплощении слитый полипептид содержит константную область гетерологичного иммуноглобулина. В другом воплощении слитый полипептид содержит вариабельный домен легкой цепи и вариабельный домен тяжелой цепи антитела, полученного из общедоступной гибридомы. Для целей настоящего изобретения слитый белок антитела содержит один или несколько полипептидных доменов, которые специфично связываются с целевым вирусным эпитопом или целевым активирующим рецептором иммунной эффекторной клетки или белка, присутствующего на поверхности иммунных эффекторных клеток, которые экспрессируют такой активирующий рецептор, и другую аминокислотную последовательность, с которой он не соединен в нативной молекуле, например гетерологичную последовательность или гомологичную последовательность из другой области.

Изобретение включает полипептиды, содержащие аминокислотную последовательность антител по настоящему изобретению. Полипептиды по настоящему изобретению могут быть получены с помощью процедур, известных в данной области техники. Полипептиды могут быть получены путем протеолитической или другой деградации антител, с помощью рекомбинантных методов (т.е. в виде одиночных или слитых полипептидов), как описано выше, или путем химического синтеза. Полипептиды антител, особенно более короткие полипептиды вплоть до около 50 аминокислот, удобно делать с помощью химического синтеза. Методы химического синтеза известны в данной области техники и коммерчески доступны. Например, такой полипептид может быть получен с помощью автоматизированного полипептидного синтезатора с использованием метода твердофазного синтеза.

VIII. Применение композиций по изобретению.

Настоящее изобретение охватывает композиции, в том числе фармацевтические композиции, содержащие триспецифичные связывающие молекулы по изобретению, полипептиды, полученные из таких молекул, полинуклеотиды, содержащие последовательности, кодирующие такие молекулы или полипептиды, и другие агенты, как описано в данном документе.

Триспецифичные связывающие молекулы по настоящему изобретению обладают способностью координированно связываться с тремя эпитопами и, таким образом, имеют существенное применение в диагностике, химическом разделении и в терапевтических средствах, включающих такие эпитопы. Например, такие молекулы могут быть использованы в качестве реагента в сэндвич-иммуноанализе.

В воплощении, в котором такие триспецифичные связывающие молекулы связываются с эпитопом антигена, ассоциированного с заболеванием, такие молекулы могут быть использованы для лечения заболевания или состояния, связанного с или характеризующегося экспрессией такого антигена, ассоциированного с заболеванием. Таким образом, не ограничиваясь этим, фармацевтические композиции, содержащие такие молекулы, могут быть использованы в диагностике или лечении онкологического заболевания и заболеваний, вызываемых патогеном (например, бактериальные, грибковые, вирусные или протозойные) инфекции.

IX. Методы введения.

Могут быть предоставлены композиции по настоящему изобретению для лечения, профилактики и облегчения одного или более симптомов, ассоциированных с заболеванием, расстройством или инфекцией, путем введения объекту эффективного количества фармацевтической композиции по настоящему изобретению. В предпочтительном аспекте, такие композиции, по существу, чистые (т.е. по существу, свободны от веществ, которые ограничивают ее эффект или производят нежелательные побочные эффекты). В конкретном воплощении объект представляет собой животное, предпочтительно млекопитающее, такое как не примат (например, бычья, лошадиные, кошачьи, собачьи, грызуны и т.д.) или примат (например, обезьяны, такие как макак, человек и т.д.). В предпочтительном воплощении субъектом является человек.

Известны различные системы доставки, и они могут быть использованы для введения композиций по изобретению, например инкапсуляция в липосомы, микрочастицы, микрокапсулы, рекомбинантные клетки, способные экспрессировать антитело или слитый белок, рецептор-опосредованный эндоцитоз (см., например, Wu et al. (1987) "Receptor-Mediated In Vitro Gene Transformation By A Soluble DNA Carrier

System", J. Biol. Chem. 262: 4429-4432), конструкция нуклеиновой кислоты в качестве части ретровирусного или другого вектора и т.д.

Способы введения триспецифичных связывающих молекул по настоящему изобретению включают, без ограничения перечисленным, парентеральное введение (например, внутривенное, внутримышечное, внутривенное, внутривенное и подкожное), эпидуральное и через слизистую оболочку (например, интраназальные и пероральные пути). В конкретном воплощении молекулы по изобретению вводят внутримышечно, внутривенно или подкожно. Композиции могут быть введены любым удобным способом, например путем инфузии или болюсной инъекции, путем абсорбции через эпителиальные или слизисто-кожные накладки (например, через слизистую оболочку полости рта, прямой кишки и кишечника и т.д.) и могут быть введены вместе с другими биологически активными агентами. Введение может быть системным или локальным. Кроме того, также может быть использовано легочное введение, например путем использования ингалятора или небулайзера и состава с аэрозольным агентом. См., например, патенты США №№ 6019968; 5985320; 5985309; 5934272; 5874064; 5855913; 5290540 и 4880078 и публ. РСТ №№ WO 92/19244; WO 97/32572; WO 97/44013; WO 98/31346 и WO 99/66903, каждый из которых включен в настоящее описание в ссылке в полном объеме.

В изобретении также предлагается, что триспецифические связывающие молекулы по настоящему изобретению могут быть упакованы в герметично закрытом контейнере, таком как ампула или саше, с указанием количества таких молекул. В одном из воплощений триспецифичные связывающие молекулы по настоящему изобретению поставляются в виде сухого стерилизованного лиофилизированного порошка или безводного концентрата в герметично закрытом контейнере и могут быть восстановлены, например, водой или физиологическим раствором до нужной концентрации для введения объекту. Предпочтительно триспецифичные связывающие молекулы по настоящему изобретению поставляются в виде сухого стерильного лиофилизированного порошка в герметично закрытом контейнере в стандартной дозе, составляющей по меньшей мере 5 мкг, более предпочтительно по меньшей мере 10 мкг, по меньшей мере 15 мкг, по меньшей мере 25 мкг, по меньшей мере 50 мкг, по меньшей мере 100 мкг или по меньшей мере 200 мкг.

Лиофилизированные триспецифичные связывающие молекулы по настоящему изобретению следует хранить при температуре от 2 до 8°C в их первоначальном контейнере, и молекулы должны быть введены в течение 12 ч, предпочтительно в течение 6 ч, в течение 5 ч, в течение 3 ч или в пределах 1 ч после восстановления. В альтернативном воплощении триспецифичные связывающие молекулы по настоящему изобретению поставляются в жидком виде в герметично закрытом контейнере, с указанием количества и концентрации молекулы, слитого белка или конъюгированной молекулы. Предпочтительно жидкая форма триспецифичных связывающих молекул по настоящему изобретению поставляется в герметично закрытом контейнере, в котором молекулы присутствуют в концентрации, составляющей по меньшей мере 1 мкг/мл, более предпочтительно по меньшей мере 2,5 мкг/мл, по меньшей мере 5 мкг/мл, по меньшей мере 10 мкг/мл, по меньшей мере 50 мкг/мл или по меньшей мере 100 мкг/мл.

При использовании в данном описании термин "эффективное количество" фармацевтической композиции в одном воплощении представляет собой количество, достаточное для осуществления полезных или желаемых результатов, в том числе, без ограничения, клинических результатов, таких как уменьшение симптомов в результате ослабления симптома инфекции (например, вирусной нагрузки, лихорадки, боли, сепсиса и т.д.) или симптома онкологического заболевания (например, пролиферации злокачественных опухолевых клеток, наличия опухоли, метастазов опухоли и т.д.), тем самым повышая качество жизни людей, страдающих от этой болезни, уменьшая дозы других лекарственных средств, необходимых для лечения этой болезни, усиливая эффект другого лекарства, как, например, с помощью направленного воздействия и/или интернализации, отсрочки прогрессирования заболевания и/или продления срок выживания индивидуумов.

Эффективное количество может вводиться за одно или за несколько введений. Для целей настоящего изобретения эффективное количество лекарственного средства, соединения или фармацевтической композиции представляет собой количество, достаточное для снижения пролиферации (или ее эффекта) присутствия вирусов и для снижения и/или задержки развития вирусного заболевания, либо прямо, либо косвенно. В некоторых воплощениях эффективное количество лекарственного средства, соединения или фармацевтической композиции может или не может быть достигнуто в сочетании с другим лекарственным средством, соединением или фармацевтической композицией. Таким образом, "эффективное количество" может рассматриваться в контексте введения одного или нескольких химиотерапевтических агентов, и один агент может рассматриваться, как данный в эффективном количестве, если в сочетании с одним или несколькими другими агентами желаемый результат может быть достигнут или достигается. В то время как индивидуальные потребности варьируются, определение оптимальных интервалов эффективных количеств каждого компонента находится в пределах квалификации специалиста в данной области. Типичные дозировки для введения антитела включают одну или более стандартных доз от 0,1 до 100 мг/кг/масса тела.

Количество триспецифичной связывающей молекулы по настоящему изобретению, которое будет эффективным в лечении, предотвращении или облегчении одного или более симптомов, ассоциирован-

ных с расстройством, может быть определено стандартными клиническими методами. Точная доза, используемая в композиции, также будет зависеть от пути введения и тяжести состояния и должна быть определена в соответствии с оценкой лечащего врача и согласно обстоятельствам каждого пациента. Эффективные дозы могут быть экстраполированы из кривых доза-ответ, полученных *in vitro* или на животных модельных тестовых системах. Для триспецифичных связывающих молекул по настоящему изобретению, доза, вводимая пациенту, составляет, как правило, по меньшей мере около 0,01 мкг/кг/день, по меньшей мере около 0,05 мкг/кг/день, по меньшей мере около 0,1 мкг/кг/день, по меньшей мере около 0,2 мкг/кг/день, по меньшей мере около 0,5 мкг/кг/день, по меньшей мере около 1 мкг/кг/день, по меньшей мере около 2 мкг/кг/день, по меньшей мере около 5 мкг/кг/день, по меньшей мере около 10 мкг/кг/день, по меньшей мере около 20 мкг/кг/день, по меньшей мере около 50 мкг/кг/день, по меньшей мере около 0,1 мг/кг/день или более из расчета на массу тела субъекта.

Предпочтительно доза, вводимая пациенту, составляет от около 0,01 до около 0,1 мг/кг/день, более предпочтительно от около 0,01 до около 50 мкг/кг/день, более предпочтительно от около 0,01 до около 50 мкг/кг/день, более предпочтительно от около 0,01 до около 10 мкг/кг/день, более предпочтительно от около 0,01 до около 1 мкг/кг/день, более предпочтительно от около 0,01 до около 0,5 мкг/кг/день и более предпочтительно от около 0,01 до около 0,1 мкг/кг/день в расчете на массу тела субъекта. Дозировка и частота введения триспецифичных связывающих молекул по изобретению могут быть уменьшены или изменены путем увеличения поглощения и проникновения в ткани триспецифичных связывающих молекул путем модификаций, таких как, например, липидирование.

В другом воплощении пациенту назначают схему лечения, включающую одну или несколько доз такого профилактически или терапевтически эффективного количества триспецифичных связывающих молекул, охваченных настоящим изобретением, где схему лечения назначают на 2 дня, 3 дня, 4 дня, 5 дней, 6 дней или 7 дней. В некоторых воплощениях схема лечения включает прерывистое введение доз профилактически или терапевтически эффективного количества триспецифичных связывающих молекул, охваченных изобретением, (например, введение дозы в 1-й день, 2-й день, 3-й день и 4-й день данной недели и отсутствие введения доз профилактически или терапевтически эффективного количества триспецифичных связывающих молекул, охваченных изобретением, на 5-й день, 6-й день и 7-й день той же недели). Как правило, проводят 1, 2, 3, 4, 5 или более курсов лечения. Каждый курс может представлять собой ту же схему или другую.

В другом воплощении вводимая доза увеличивается в первой четверти, первой половине или в первых двух третях или трех четвертях схемы (например, в течение первой, второй или третьей схем из 4 курсов лечения) до достижения суточного профилактически или терапевтически эффективного количества триспецифичной связывающей молекулы, охваченной изобретением.

В одном воплощении дозировка триспецифичных связывающих молекул по настоящему изобретению, вводимая пациенту, может быть рассчитана для использования в качестве единственного терапевтического агента. В другом воплощении триспецифичные связывающие молекулы по настоящему изобретению используются в комбинации с другими терапевтическими композициями, и доза, вводимая пациенту, будет ниже, чем когда такие триспецифичные связывающие молекулы используются в качестве единственного терапевтического агента.

В конкретном воплощении может быть целесообразным введение фармацевтических композиций по изобретению локально в области, нуждающиеся в лечении; это может быть достигнуто, например, а не в качестве ограничения, с помощью местной инфузии, инъекции или с помощью имплантата, причем указанный имплантат будет из пористого, непористого или желатинового материала, включая мембраны, такие как сиаластические мембраны, или волокна. Предпочтительно, чтобы при введении молекулы согласно изобретению соблюдалась осторожность, чтобы использовались материалы, на которые молекула не абсорбируется.

В другом воплощении композиции могут быть доставлены в везикуле, в частности в липосоме (см. Langer (1990) "New Methods Of Drug Delivery", *Science* 249:1527-1533); Treat et al., in *Liposomes in the Therapy of Infectious Disease and Cancer*, Lopez-Berestein and Fidler (eds.), Liss, New York, pp. 353- 365 (1989); Lopez-Berestein, *ibid.*, pp. 3 17-327; в основном см. там же).

В еще одном воплощении композиции могут быть доставлены в системе с контролируемым высвобождением или в системе с замедленным высвобождением. Любой метод, известный специалисту в данной области, может быть использован для получения составов с замедленным высвобождением, содержащих одну или более молекул по изобретению. См., например, патент США № 4526938; публикацию PCT WO 91/05548; публикацию PCT WO 96/20698; Ning et al. (1996) "Intratumoral Radioimmunotherapy Of A Human Colon Cancer Xenograft Using A Sustained-Release Gel", *Radiotherapy & Oncology* 39:179-189; Song et al. (1995) "Antibody Mediated Lung Targeting Of Long-Circulating Emulsions", *PDA Journal of Pharmaceutical Science & Technology* 50:372-397; Cleek et al. (1997) "Biodegradable Polymeric Carriers For A bFGF Antibody For Cardiovascular Application", *Proc. Int'l. Symp. Control. Rel. Bioact. Mater.* 24:853-854; и Lam et al. (1997) "Microencapsulation Of Recombinant Humanized Monoclonal Antibody For Local Delivery", *Proc. Int'l. Symp. Control Rel. Bioact. Mater.* 24: 759-760, каждый из которых включен в настоящее описание в ссылке в полном объеме. В одном воплощении может быть использована помпа в системе с кон-

тролируемым высвобождением (см. Langer, выше; Sefton, (1987) "Implantable Pumps", CRC Crit. Rev. Biomed. Eng. 14:201-240; Buchwald et al. (1980) "Long-Term, Continuous Intravenous Heparin Administration By An Implantable Infusion Pump In Ambulatory Patients With Recurrent Venous Thrombosis", Surgery 88:507-516; и Saudek et al. (1989) "A Preliminary Trial Of The Programmable Implantable Medication System For Insulin Delivery", N. Engl. J. Med. 321: 574-579). В другом воплощении могут быть использованы полимерные материалы для достижения контролируемого высвобождения молекул (см., например, Medical Applications of Controlled Release, Langer and Wise (eds.), CRC Pres., Boca Raton, Florida (1974); Controlled Drug Bioavailability, Drug Product Design and Performance, Smolen and Ball (eds.), Wiley, New York (1984); Levy et al. (1985) "Inhibition Of Calcification Of Bioprosthetic Heart Valves By Local Controlled-Release Diphosphonate", Science 228:190-192; During et al. (1989) "Controlled Release Of Dopamine From A Polymeric Brain Implant: In Vivo Characterization", Ann. Neurol. 25:351-356; Howard et al. (1989) "Intracerebral Drug Delivery In Rats With Lesion-Induced Memory Deficits", J. Neurosurg. 7(1): 105-112); пат. США № 5679377; пат. США № 5916597; пат. США № 5912015; пат. США № 5989463; пат. США № 5128326; Публикация PCT № WO 99/15154; и публ. PCT WO 99/20253). Примеры полимеров, используемых в композициях с замедленным высвобождением, включают, без ограничения перечисленным, поли(2-поли(этиленгликоль)), полилактиды (PLA), поли(лактидсогликолиды) (PLGA) и полиортоэферы. Система с контролируемым высвобождением может быть размещена в непосредственной близости от терапевтической мишени (например, в легких), при этом требуется только часть системной дозы (см., например, Goodson, in Medical Applications of Controlled Release, выше, vol. 2, pp. 115-138 (1984)). В другом воплощении полимерные композиции, используемые в качестве имплантатов с контролируемым высвобождением, используются в соответствии с Dunn et al. (см. U.S. 5945155). Данный конкретный метод основан на терапевтическом эффекте *in situ* контролируемого высвобождения биоактивных веществ из полимерной системы. Имплантация, как правило, может иметь место в любой точке внутри тела пациента, нуждающегося в терапевтическом лечении. В другом воплощении используется неполимерная система замедленной доставки, в соответствии с которой неполимерный имплантат в теле объекта используется в качестве системы доставки лекарственного средства. После имплантации в теле органический растворитель имплантата будет рассеиваться, диспергироваться или вытекать из композиции в окружающую тканевую жидкость, а неполимерный материал будет постепенно коагулировать или осаждаться с образованием твердой микропористой матрицы (см. US 5888533).

Системы с контролируемым высвобождением обсуждаются в обзоре Langer (1990, "New Methods Of Drug Delivery", Science 249:1527-1533). Любой метод, известный специалисту в данной области, может быть использован для получения композиций с замедленным высвобождением, включающих один или более терапевтических агентов по изобретению. См., например, пат. США № 4526938; международную публикацию № WO 91/05548 и WO 96/20698. Ning et al. (1996) "Intratumoral Radioimmunotherapy Of A Human Colon Cancer Xenograft Using A Sustained-Release Gel", Radiotherapy & Oncology 39:179-189, Song et al. (1995) "Antibody Mediated Lung Targeting Of Long-Circulating Emulsions", PDA Journal of Pharmaceutical Science & Technology 50:372-397; Cleek et al. (1997) "Biodegradable Polymeric Carriers For A bFGF Antibody For Cardiovascular Application", Pro. Int'l. Symp. Control. Rel. Bioact. Mater. 24:853-854; и Lam et al. (1997) "Microencapsulation Of Recombinant Humanized Monoclonal Antibody For Local Delivery", Proc. Int'l. Symp. Control Rel. Bioact. Mater. 24: 759-760, каждая из которых включена в настоящее описание ссылкой в полном объеме.

В конкретном воплощении, где композиция по настоящему изобретению представляет собой нуклеиновую кислоту, кодирующую триспецифичную связывающую молекулу по настоящему изобретению, нуклеиновая кислота может быть введена *in vivo*, чтобы способствовать экспрессии кодируемой триспецифичной связывающей молекулы путем конструирования ее как части соответствующего экспрессирующего вектора экспрессии нуклеиновой кислоты и введения его таким образом, что он становится внутриклеточным, например, путем использования ретровирусного вектора (см. патент США № 4980286), или путем прямой инъекции, или при помощи бомбардировки микрочастицами (например, генной, пушки; Biolistic, Dupont), или путем покрытия липидами или рецепторами клеточной поверхности, или трансфицирующими агентами, либо путем введения его будучи связанным с гомеобоксподобным пептидом, который, как известно, проникает в ядро (см., например, Joliot et al. (1991) "Antennapedia Homeobox Peptide Regulates Neural Morphogenesis", Proc. Natl. Acad. Sci.(USA) 88: 1864-1868) и т.д. В ином случае нуклеиновая кислота может быть введена внутриклеточно и включена в ДНК клетки-хозяина для экспрессии с помощью гомологичной рекомбинации.

Лечение субъекта терапевтически или профилактически эффективным количеством триспецифичной связывающей молекулы по настоящему изобретению может включать один курс или предпочтительно может включать серию курсов лечения. В предпочтительном примере субъект подвергается лечению с помощью молекул по изобретению один раз в неделю в течение от около 1 до 10 недель, предпочтительно от 2 до 8 недель, более предпочтительно от около 3 до 7 недель и еще более предпочтительно в течение около 4, 5 или 6 недель. В других воплощениях фармацевтические композиции по изобретению вводят один раз в день, два раза в день, или три раза в день. В других воплощениях фармацевтические композиции вводят один раз в неделю, два раза в неделю, раз в две недели, раз в месяц, один раз в шесть

недель, один раз в два месяца, два раза в год или один раз в год. Следует также понимать, что эффективная доза молекул, используемых для лечения, может увеличиваться или уменьшаться в течение конкретного курса лечения.

Теперь, после того, как в целом описано изобретение, то же самое будет легче понять посредством ссылки на следующие примеры. Такие примеры представлены в качестве иллюстрации и не предназначены для ограничения настоящего изобретения, до тех пор, пока не указано иное.

Пример 1. Получение и свойства некоторых анти-CD3, анти-CD8, анти-B7-H3 триспецифичных связывающих молекул.

Для того чтобы разработать терапевтическую молекулу, которая будет проявлять большую специфичность по отношению к CD8⁺ Т-клеткам и более мощное перенаправленное уничтожение, были сконструированы триспецифичные связывающие молекулы, обладающие способностью координированно связываться с CD3, CD8 и антигеном, ассоциированным с заболеванием. Полученная триспецифичная связывающая молекула дополнительно обладала Fc-доменом для повышения периода полужизни триспецифичной связывающей молекулы *in vivo*. Общие структуры триспецифичных связывающих молекул показаны на фиг. 4А-4D. Конструировали примерную триспецифичную связывающую молекулу, специфичную к антигену В7-Н3, ассоциированному с заболеванием. Триспецифичную связывающую молекулу определили как В7-Н3 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 для обозначения относительных положений связывающих доменов внутри триспецифичной связывающей молекулы. В7-Н3-связывающий домен занимает положение сайта А, CD3-связывающий домен занимает положение сайта В и CD8-связывающий домен занимает положение сайта С (фиг. 4А). Триспецифичная связывающая молекула В7-Н3 mAb 1/CD3-mAb 2/CD8 mAb 1 состоит из четырех различных полипептидных цепей (табл. 5).

Таблица 5

Полипептидная цепь	Домены	аффинность связывания
1	VL (B7-H3 mAb 1) -VH (CD3 mAb 2) -Е-спираль (CH2-CH3)	Легкая цепь: В7-Н3 Тяжелая цепь: CD3
2	VL (CD3 mAb 2) -VH (B7-H3 mAb 1) -К-спираль	Легкая цепь: CD3 Тяжелой цепи: В7-Н3
3	Тяжелая цепь CD8 mAb 1	CD8
4	Легкая цепь CD8 mAb 1	CD8

Аминокислотная последовательность первой полипептидной цепи триспецифичной связывающей молекулы В7-Н3 mAb 1/CD3-mAb 2/CD8 mAb 1 представляет собой (SEQ ID NO: 59):

DIQMTQSPSS LSASVGDRTV ITCRASQDIS NYLNWYQQKР GKAPKLLIYY
 TSRLHSGVPS RFSGSGSGTD FTLTISSLQP EDIATYYCQQ GNTLPPTFGG
 GTKLEIKGGG SGGGGEVQLV ESGGGLVQPG GSLRLSCAAS GFTFSTYAMN
 WVRQAPGKGL EWVGRIRSKY NNYATYYADS VKDRFTISRD DSKNSLYLQM
 NSLKTEDTAV YYCVRHGNFG NSYVSWFAYW GQGTLVTVSS GCGGGGEVAA
 LEKEVAALEK EVAALEKEVA ALEKGGGDKT HTCPCPAPE AAGGPSVFLF
 PPKPKDTLMI SRTPEVTCVV VDVSHEDPEV KFNWYVDGVE VHNAKTKPRE
 EQYNSTYRVV SVLTVLHQDW LNGKEYKCKV SNKALPAPIE KTISKAKGQP
 REPQVYTLPP SREEMTKNQV SLWCLVKGFY PSDIAVEWES NGQPENNYKT
 TPPVLDSGGS FFLYSKLTVD KSRWQQGNVF SCSVMHEALH NHYTQKLSLSL SPGK

В первой полипептидной цепи VL (B7-H3 mAb 1) содержит аминокислотную последовательность SEQ ID NO: 41, VH (CD3 mAb 2) содержит аминокислотную последовательность SEQ ID NO: 27, Е-спираль имеет аминокислотную последовательность SEQ ID NO: 3 и (CH2-CH3) имеет аминокислотную последовательность "несущей выпуклость" аминокислотной последовательности SEQ ID NO: 7.

Аминокислотная последовательность второй полипептидной цепи триспецифичной связывающей молекулы В7-Н3 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 представляет собой (SEQ ID NO: 60):

QAVVTQEPSL TVSPGGTVTL TCRSSTGAVT TSNYANWVQQ KPGQAPRGLI
 GGTNKRAPWT PARFSGSLLG GKAALTITGA QAEDEADYYC ALWYSNLWVF
 GGGTKLTVLG GGGSGGGGQV QLVQSGAEVK KPGASVKVSC KASGYTFTSY
 WMQWVRQAPG QGLEWMGTIY PGDGDTRYTQ KFKGRVTITA DKSTSTAYME
 LSSLRSEDTA VYYCARRGIP RLWYFDVWGQ GTTVTVSSGG CGGGKVAALK
 EKVAALKEKV AALKEKVAAL KE

Во второй полипептидной цепи VL (CD3 mAb 2) имеет аминокислотную последовательность SEQ ID NO: 26, VH (B7-H3 mAb 1) имеет аминокислотную последовательность SEQ ID NO: 42, и К-спираль имеет аминокислотную последовательность SEQ ID NO: 4.

Аминокислотная последовательность третьей полипептидной цепи триспецифичной связывающей

молекулы B7-H3 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 представляет собой (SEQ ID NO: 61):

```
EVQLQSGAE LVKPGASVKL SCTASGFNIK DTYIHVFRQR PEQGLEWIGR
IDPANDNTLY ASKFQGKATI TADTSSNTAY MHLCSLTSGD TAVYYCGRGY
GYVYFDHWGQ GTTLTVSSAS TKGPSVFPLA PSSKSTSGGT AALGCLVKDY
FPEPVTVSWN SGALTSGVHT FPAVLQSSGL YSLSSVVTVP SSSLGTQTYI
CNVNHKPSNT KVDKRVEPKS CDKTHTCPPC PAPEAAGGPS VFLFPPKPKD
TLMISRTPEV TCVVVDVSHE DPEVKFNWYV DGVEVHNAKT KPREEQYNST
YRVVSVLTVL HQDWLNGKEY KCKVSNKALP APIEKTISKA KGQPREPVY
TLPPSREEMT KNQVSLSCAV KGFYPSDIAV EWESNGQPEN NYKTPPVLD
SDGSFFLVSK LTVDKSRWQQ GNVFSCSVMH EALHNRYTQK SLSLSPGK
```

В третьей полипептидной цепи, аминокислотная последовательность применяемого варибельного домена тяжелой цепи CD8 mAb 1 имеет аминокислотную последовательность SEQ ID NO: 30, шарнирный домен, CH1-домен и "несущий углубление" (hole-bearing) CH2-CH3-домен с заменой H435R для удаления участка связывания протеина A, (SEQ ID NO: 8).

Аминокислотная последовательность четвертой полипептидной цепи триспецифичной связывающей молекулы B7-H3 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 представляет собой (SEQ ID NO: 62):

```
DVQINQSPSF LAASPGETIT INCRTSRIS QYLAWYQEQP GKTNKLLIYS GSTLQSGIPS
RFSGSGSGTD FTLTISGLEP EDFAMYCYCQ HNENPLTFGA GTKLELRRTV
AAPSVFIFPP SDEQLKSGTA SVVCLLNNFY PREAKVQWKV DNALQSGNSQ
ESVTEQDSKD STYSLSSLT LSKADYEKHK VYACEVTHQG LSSPVTKSFN RGEC
```

В четвертой полипептидной цепи аминокислотная последовательность применяемого варибельного домена легкой цепи CD8 mAb 1 имеет аминокислотную последовательность SEQ ID NO: 29 и константный домен легкой цепи к.

Экспрессированную триспецифичную связывающую молекулу B7H3 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 загружали на смолу MSA, промывали 10 mM NaPO₄ (pH 6); 10 mM NaPO₄, 1M NaCl (pH 6) и 10 mM NaPO₄ (pH 6). Полипептиды элюировали из смолы с помощью 50 mM глицина (pH 3) и нейтрализовали 1M Tris (pH 8). Было установлено, что экспрессия составила 1,7 мг/л; получение триспецифичной связывающей молекулы составило 0,6 мг/мл с конечным выходом 0,42 мг.

Свойства триспецифичной связывающей молекулы B7-H3 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 сравнивали со свойствами B7-H3 X CD3 DART и B7-H3 X CD3 DART с Fc-доменом. Как показано на фиг. 5A-5B, триспецифичная связывающая молекула B7-H3 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 продемонстрировала аналогичное связывание клетки-мишени (A498 клетки (фиг. 5A); JIMT-1 (фиг. 5B) по сравнению с B7-H3 X CD3 DART и B7-H3 X CD3 DART с Fc-доменом. Однако, как показано на фиг. 5C-5D, триспецифичная связывающая молекула B7-H3 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 продемонстрировали существенно большее связывание с CD8⁺ Т-клетками по сравнению с CD4⁺ Т-клетками.

Для того чтобы продемонстрировать способность триспецифичной связывающей молекулы B7-H3 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 по настоящему изобретению, опосредовать перенаправленное уничтожение клеток-мишеней, такие молекулы инкубировали в присутствии Т-клеток и либо JIMT-1, либо A498 клеток-мишеней. Клетки JIMT-1 являются трастузумаб-резистентной линией карциномы (Tanner, M. et al. (2004) "Characterization Of A Novel Cell Line Established From A Patient With Herceptin-Resistant Breast Cancer", Mol. Cancer Ther. 140: 5841-5854). Клеточная линия A498 представляет собой клеточную линию клеток карциномы почки (Gogh, J. (1978) "Cultivation, Characterization, And Identification Of Human Tumor Cells With Emphasis On Kidney, Testis, And Bladder Tumors", Natl. Cancer Inst. Monogr. 49:5-9). Как показано на фиг. 6A-6C, наблюдалось перенаправленное уничтожение клеток-мишеней. Неожиданно оказалось, такое уничтожение было значительно более мощным, чем то, которое наблюдали для соответствующих B7-H3 X CD3 DART и B7-H3 X CD3 DART с Fc-доменом. Данные о наблюдаемом перенаправленном уничтожении суммированы в табл. 6.

Таблица 6

Связывающая Молекула	Перенаправленное уничтожение				
	Клетки JИМТ-1			Клетки А498	
Анализ	LDH	LDH	люцифераза	LDH	LDH
	Макс. уничтожение (%)	ЕС50 (пм)	ЕС50 (пм)	Макс. уничтожение (%)	ЕС50 (пм)
В7-Н3 X CD3 DART™	60,72	27	22	61,95	11
В7-Н3 X CD3 DART™ с Fc-доменом	59,95	343	245	63,2	168
В7-Н3 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 триспецифичная связывающая молекула	54,88	0,4	0,6	53,5	4

Фиг. 7А-7D демонстрируют способность триспецифичных связывающих молекул В7-Н3 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 опосредовать активацию Т-клеток после инкубации с клетками JИМТ-1. Фиг. 8А-8D демонстрируют способность триспецифичных связывающих молекул В7-Н3 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 опосредовать активацию Т-клеток после инкубации с клетками А498. В обоих случаях такая активация была неожиданно превосходящей по отношению к активации, наблюдаемой со сравнительными В7-Н3 X CD3 DART™ и В7-Н3 X CD3 DART™ с Fc-доменом. В табл. 7 суммированы результаты ЕС₅₀.

Таблица 7

Опухолевые Клетки	Субпопуляция Т-клеток	значения ЕС50 триспецифичных связывающих молекул В7-Н3 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 по сравнению с DART		
		DART™	DART™ с Fc-доменом	Триспецифичная связывающая молекула
А498	CD4/CD69	51	95	75
	CD4/CD25	75	291	22
	CD8/CD69	70	185	4
	CD8/CD25	115	339	4
	CTL	10	48	4
JИМТ-1	CD4/CD69	116	339	253
	CD4/CD25	257	1034	185
	CD8/CD69	70	185	3
	CD8/CD25	140	678	37
	CTL	7	68	1

Экспрессированная триспецифично связывающая молекула В7-Н3 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 продемонстрировала гораздо более сильную (13-кратно) цитолитическую активность с использованием эффекторных клеток CD8⁺ по сравнению с эффекторными клетками CD4⁺. Триспецифично связывающая молекула В7-Н3 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 также продемонстрировала значительно более высокую (85-кратно) общую эффективность с использованием "пан" Т-клеток в качестве эффекторов по сравнению с DART™.

Пример 2. Влияние CD8-связывающего домена на перенаправленную цитотоксичность.

Для того чтобы оценить эффект специфичности CD8, конструировали вторую триспецифичную связывающую молекулу, специфичную для антигена В7-Н3, ассоциированного с заболеванием, с использованием другой последовательности варибельного домена антитела CD8. Специфичности варибельного домена В7-Н3 и специфичности варибельного домена CD3 были идентичны тем, которые используются для конструирования триспецифичных связывающих молекул В7-Н3 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1. Триспецифично связывающую молекулу обозначили как В7-Н3 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 2, и она состоит из четырех различных полипептидных цепей (табл. 8).

Таблица 8

Полипептидная цепь	Домены	Аффинность связывания
1	VL (В7-Н3 mAb 1) -VH (CD3 mAb 2) -Е-спираль (СН2-СН3)	Легкая цепь: В7-Н3 Тяжелая цепь: CD3
2	VL (CD3 mAb 2) -VH (В7-Н3 mAb 1) -К-спираль	Легкая цепь: CD3 Тяжелая цепь: В7-Н3
3	Тяжелая цепь CD8 mAb 2	CD8
4	Легкая цепь CD8 mAb 2	CD8

Аминокислотная последовательность первой полипептидной цепи триспецифичной связывающей молекулы В7-Н3 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 2 представляет собой (SEQ ID NO: 63):

DIQMTQSPSS LSASVGDRTV ITCRASQDIS NYLWYQQKP GKAPKLLIYY
 TSRLHSGVPS RFSGSGSGTD FTLTISSLQP EDIATYYCQQ GNTLPPTFGG
 GTKLEIKGGG SGGGGEVQLV ESGGGLVQPG GSLRLSCAAS GFTFSTYAMN
 WVRQAPGKGL EWVGRIRSKY NNYATYYADS VKDRFTISR DSKNSLYLQM
 NSLKTEDTAV YYCVRHGNFG NSYVSWFAYW GQGTLTVSS GGCGGGEVAA
 LEKEVAALEK EVAALEKEVA ALEKGGGDKT HTCPCPAPE AAGGPSVFLF
 PPKPKDTLMI SRTPEVTCVV VDVSHEDPEV KFNWYVDGVE VHNAKTKPRE
 EQYNSTYRVV SVLTVLHQDW LNGKEYKCKV SNKALPAPE KTISKAKGQP
 REPQVYTLPP SREEMTKNQV SLWCLVKGFY PSDIAVEWES NGQPENNYKT
 TPPVLDSDGS FFLYSKLTVD KSRWQQGNVF SCSVMHEALH NHYTQKLSLSL SPGK

Аминокислотная последовательность второй полипептидной цепи триспецифичной связывающей молекулы B7-H3 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 2 представляет собой (SEQ ID NO: 64):

QAVVTQEPSL TVSPGGTVTL TCRSSTGAVT TSNYANWVQQ KPGQAPRGLI
 GGTNKRAPWT PARFSGSLLG GKAALTITGA QAEDEADYYC ALWYSNLWVF
 GGGTKLTVLG GGGSGGGGQV QLVQSGAEVK KPGASVKVSC KASGYTFTSY
 WMQWVRQAPG QGLEWMGTIY PGDGDTRYTQ KFKGRVTITA DKSTSTAYME
 LSSLRSEDTA VYYCARRGIP RLWYFDVWGQ GTTVTVSSGG CGGGKVAALK
 EKVAALKEKV AALKEKVAAL KE

Аминокислотная последовательность третьей полипептидной цепи триспецифичной связывающей молекулы B7-H3 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 2 представляет собой (SEQ ID NO: 65):

QVQLVESGGG VVQPGRSLRL SCAASGFTFS DFGMNWVRQA PGKGLEWVAL
 IYYDGSNKFY ADSVKGRFTI SRDNSKNTLY LQMNSLRAED TAVYYCAKPH
 YDGYHFFDS WGQGLTVTVS SASTKGPSVF PLAPSSKSTS GGTAALGCLV
 KDYFPEPVTV SWNSGALTSV VHTFPAVLQS SGLYSLSSVV TVPSSSLGTQ
 TYICNVNHPK SNTKVDKRVK PKSCDKTHTC PPCPAPEAAG GPSVFLFPPK
 PKDTLMISRT PEVTCVVVDV SHEDPEVKFN WYVDGVEVHN AKTKPREEQY
 NSTYRVVSVL TVLHQDWLNG KEYKCKVSNK ALPAIEKTI SKAKGQPREP
 QVYTLPPSRE EMTKNQVSLV CAVKGFYPSD IAVEWESNGQ PENNYKTPP
 VLSDSGSFFL VSKLTVDKSR WQQGNVFCV VMHEALHNRV TQKLSLSLSPG K

Аминокислотная последовательность четвертой полипептидной цепи триспецифичной связывающей молекулы B7-H3 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 2 представляет собой (SEQ ID NO: 66):

DIQMTQSPSS LSASVGDRTV ITCRKSQDIS NYLAWYQQKP GKAPKLLIYN
 TDILHTGVPS RFSGSGSGTD FTFTISSLQP EDIATYYCYQ YNNGYTFGQG
 TKVEIKRTVA APSVFIFPPS DEQLKSGTAS VVCLLNNFYP REAKVQWKVD
 NALQSGNSQE SVTEQDSKDS TYSLSSTLTL SKADYEKHKV YACEVTHQGL
 SSPVTKSFNR GEC

Для того чтобы сравнить способность триспецифичных связывающих молекул B7-H3 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 (конструкция и последовательности описаны выше) или B7-H3 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 2 в отношении связывания Т-клеток, очищали РБМС человека из здоровых доноров с использованием Ficoll, промывали два раза с использованием PBS и ресуспендировали в буфере FACS, содержащем 10% сыворотки АВ человека и инкубировали при комнатной температуре в течение 20 мин, клетки осаждали и ресуспендировали 4×10^6 клеток/мл в буфере FACS. Добавляли 50 мкл последовательно титрованных триспецифичных связывающих молекул B7-H3 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 или B7-H3 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 2 или DART™ (B7-H3 X CD3 или B7-H3 X CD3 с Fc-доменом) в лунки 96-луночного глубокого планшета. Затем добавляли 50 мкл (4×10^6 клеток/мл) хорошо смешанных клеток в FACS буфере, содержащем 0,01% азида натрия, в соответствующие лунки и тщательно перемешивали с помощью пипетки. Планшеты инкубировали в темноте в течение около 45 мин при температуре 2-8°C. В конце инкубирования клетки дважды промывали путем добавления 300 мкл буфера FACS в каждую лунку и центрифугирования планшета при 1200 об/мин в течение 5 мин и отбрасывали надосадочную жидкость. Клеточный осадок ресуспендировали в 100 мкл смеси PE-конъюгированных козьих антител против человеческого Fc γ с разведением 1:500, CD5-APC и CD4-PerCP5.5 в FACS буфере, содержащем 0,01% азида натрия, и инкубировали в темноте в течение около 45 мин при температуре 2-8°C. По окончании инкубирования клетки промывали, ресуспендировали буфером FACS и анализировали с помощью проточного цитометра BD Caliber. Селектировали клетки CD5 $^+$ CD4 $^+$ (фиг. 9А) или CD5 $^+$ CD4 $^-$ (фиг. 9В).

Дифференциальное окрашивание наблюдали на CD5⁺ CD4⁻ популяции по сравнению с связывающими молекулами, которые обладают или лишены CD8-специфичности.

Цитотоксичность триспецифичной связывающей молекулы B7-H3 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 сравнивали с цитотоксичностью триспецифичной связывающей молекулы B7-H3 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 2. Использовали оба анализа, люциферазный и LDH. Результаты двух анализов согласовывались. Две триспецифичные связывающие молекулы вызвали эквивалентную перенаправленную цитотоксичность в присутствии активирующих CD8⁺ Т-клеток или пан-Т-клеточных популяций. Триспецифичная связывающая молекула, содержащая CD8 mAb 1-связывающий домен, демонстрировала большую перенаправленную цитотоксичность в присутствии CD8⁺ клеточных популяций или пан-Т-клеток по сравнению с B7H3 X CD3 DART (фиг. 10A-10C).

Увеличение (60-кратное) EC₅₀ для CD8⁺ по сравнению с CD4⁺ эффекторными клетками также наблюдали для триспецифичной связывающей молекулы B7-H3 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 2 по сравнению с триспецифичной связывающей молекулой B7-H3 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1. Для триспецифичной связывающей молекулы B7-H3 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 2 наблюдали повышенную эффективность, что приводило к уменьшению EC₅₀ более чем в 100 раз, когда пан-Т-клетки использовали в качестве эффекторных клеток.

Пример 3. Влияние положений домена на перенаправленную цитотоксичность.

Для того чтобы оценить эффект положения для данного связывающего домена (CD3, CD8 и антигена, ассоциированного с заболеванием) в триспецифичной связывающей молекуле (сайт А, сайт В и сайт С), конструировали несколько дополнительных триспецифичных связывающих молекул. В табл. 9 представлены триспецифичные связывающие молекулы и локализация (сайт А, сайт В и сайт С) различных связывающих доменов (CD3, CD8 и антигена, ассоциированного с заболеванием).

Таблица 9

Триспецифичная связывающая молекула	участок А	участок В	участок С
B7-H3 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1	B7-H3 mAb 1	CD3 mAb 2	CD8 mAb 1
Триспецифичная связывающая молекула			
CD3 mAb 2/CD8 mAb 1/B7-H3 mAb 1	CD3 mAb 2	CD8 mAb 1	B7-H3 mAb 1
Триспецифичная связывающая молекула			
B7-H3 mAb 1/CD8 mAb 1/CD3 mAb 2	B7-H3 mAb 1	CD8 mAb 1	CD3 mAb 2
Триспецифичная связывающая молекула			

Конструкция и последовательность триспецифичной связывающей молекулы B7-H3 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 описаны выше. Для двух дополнительных триспецифичных связывающих молекул (CD3 mAb 2/CD8 mAb 1/B7-H3 mAb 1 и B7-H3 mAb 1/CD8 mAb 1/CD3 mAb 2) специфичности переменного домена B7-H3, специфичности переменного домена CD3 и специфичности переменного домена CD8 были идентичны тем, которые использовали для конструирования триспецифичной связывающей молекулы B7-H3 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1. Триспецифичная связывающая молекула CD3 mAb 2/CD8 mAb 1/B7-H3 mAb 1 состояла из четырех различных полипептидных цепей (табл. 10).

Таблица 10

Полипептидная цепь	Домены	Аффинность связывания
1	VL (CD3 mAb 2) -VH (CD8 mAb 1) -E-спираль (CH2-CH3)	Легкая цепь: CD3 Тяжелая цепь: CD8
2	VL (CD8 mAb 1) -VH (CD3 mAb 2) -K-спираль	Легкая цепь: CD8 Тяжелая цепь: CD3
3	Тяжелая цепь B7-H3 mAb 1	B7-H3
4	Легкая цепь B7-H3 mAb 1	B7-H3

Аминокислотная последовательность первой полипептидной цепи триспецифичной связывающей молекулы CD3 mAb 2/CD8 mAb 1/B7-H3 mAb 1 представляет собой (SEQ ID NO: 67):

DVQINQSPSF LAASPGETIT INCRTSRIS QYLAWYQEKP GKTNKLLIYS GSTLQSGIPS
RFSGSGSGTD FTLTISGLEP EDFAMYCYCQ HNENPLTFGA GTKLELRGGG
SGGGGEVQLV ESGGLVQPG GSLRLSCAAS GFTFSTYAMN WVRQAPGKGL
EWVGRIRSKY NNYATYYADS VKGRFTISRD DSKNSLYLQM NSLKTEDTAV
YYCVRHGNFG NSYVSWFAYW GQGLTVTVSS GCGGGGEVAA LEKEVAALEK
EVAALEKEVA ALEKGGGDKT HTCPCPAPE AAGGPSVFLF PPKPKDTLMI
SRTPEVTCVV VDVSHEDPEV KFNWYVDGVE VHNAKTKPRE EQYNSTYRVV
SVLTVLHQDW LNGKEYKCKV SNKALPAPIE KTISKAKGQP REPQVYTLPP
SREEMTKNQV SLWCLVKGFY PSDIAVEWES NGQPENNYKT TPPVLDSGGS
FFLYSKLTV D KSRWQQGNVF SCSVMHEALH NHYTQKSLSL SPGK

Аминокислотная последовательность второй полипептидной цепи триспецифичной связывающей молекулы CD3 mAb 2/CD8 mAb 1/B7-H3 mAb 1 представляет собой (SEQ ID NO: 68):

QAVVTQEPSL TVSPGGTVTL TCRSSTGAVT TSNYANWVQQ KPGQAPRGLI
GGTNKRAPWT PARFSGSLLG GKAALTITGA QAEDEADYYC ALWYSNLWVF
GGGKTLTVLG GGGSGGGGEV QLQQSGAELV KPGASVKLSC TASGFNIKDT
YIHVVRQPE QGLEWIGRID PANDNTLYAS KFQ GKATITA DTSSNTAYMH
LCSLTSGDTA VYYCGRGYGY YVFDHWGQGT TLTVSSGGCG GKKVAALKEK
VAALKEKVAA LKEKVAALKE

Аминокислотная последовательность третьей полипептидной цепи триспецифичной связывающей молекулы CD3 mAb 2/CD8 mAb 1/B7-H3 mAb 1 представляет собой (SEQ ID NO: 69):

QVQLVQSGAE VKKPGASVKV SCKASGYTFT SYWMQWVRQA PGQGLEWMGT
IYPGDGDTRY TQKFKGRVTI TADKSTSTAY MELSSLRSED TAVYYCARRG
IPRLWYFDVW GQGTTVTVSS ASTKGPSVFP LAPSSKSTSG GTAALGCLVK
DYFPEPVTVS WNSGALTSKV HTFPAVLQSS GLYSLSSVVT VPSSSLGTQT
YICNVNHKPS NTKVDKRVEP KSCDKTHTCP PCPAPEAAGG PSVFLFPPKP
KDTLMISRTP EVTCVVVDVS HEDPEVKFNW YVDGVEVHNA KTKPREEQYN
STYRVVSVLT VLHQDWLNGK EYCKVSNKA LPAIEKTIS KAKGQPREPQ
VYTLPPSREE MTKNQVSLSC AVKGFYPSDI AVEWESNGQP ENNYKTTTPV
LDSGDSFFLV SKLTVDKSRW QQGNVFSCSV MHEALHNRYT QKSLSLSPGK

Аминокислотная последовательность четвертой полипептидной цепи триспецифичной связывающей молекулы CD3 mAb 2/CD8 mAb 1/B7-H3 mAb 1 представляет собой (SEQ ID NO: 70):

DIQMTQSPSS LSASVGDRVT ITCRASQDIS NYLNWYQQKP GKAPKLLIYY
TSRLHSGVPS RFSGSGSGTD FTLTISSLQP EDIATYYCQQ GNTLPPTFGG GTKLEIKRTV
AAPSVFIFPP SDEQLKSGTA SVVCLLNNFY PREAKVQWKV DNALQSGNSQ
ESVTEQDSKD STYSLSSSTLT LSKADYEKHK VYACEVTHQG LSSPVTKSFN RGEK

Триспецифичная связывающая молекула B7-H3 mAb 1/CD8 mAb 1/CD3 mAb 2 состоит из четырех различных полипептидных цепей (табл. 11).

Таблица 11

Полипептидная цепь	Домены	Аффинность связывания
1	VL (B7-H3 mAb 1) -VH (CD8 mAb 1) -E-спираль (CH2-CH3)	Легкая цепь: B7-H3 Тяжелая цепь: CD8
2	VL (CD8 mAb 1) -VH (B7-H3 mAb 1) -K-спираль	Легкая цепь: CD8 Тяжелая цепь: B7-H3
3	Тяжелая цепь CD3 mAb 2	CD3
4	Легкая цепь CD3 mAb 2	CD3

Аминокислотная последовательность первой полипептидной цепи триспецифичной связывающей молекулы B7-H3 mAb 1/CD8 mAb 1/CD3 mAb 2 представляет собой (SEQ ID NO: 71):

DVQINQSPSF LAASPGETIT INCRTSRIS QYLAWYQEKP GKTNKLLIYS GSTLQSGIPS
RFSGSGSGTD FTLTISGLEP EDFAMYQCQQ HNENPLTFGA GTKLELRGGG
SGGGGQVQLV QSGAEVKKPG ASVKVSCAS GYTFTSYWMQ WVRQAPGQGL
EWMGTIYPGD GDTRYTQKFK GRVTITADKS TSTAYMELSS LRSEDTAVYY
CARRGIPRLW YFDVWGQGT VTVSSGGCGG GEVAALEKEV AALEKEVAAL
EKEVAALEKG GGDKTHTCPP CPAPEAAGGP SVFLFPPPKP DTLMISRTP
VTCVVVDVSH EDPEVKFNWY VDGVEVHNAK TKPREEQYNS TYRVVSVLTV
LHQDWLNGKE YKCKVSNKAL PAIEKTISK AKGQPREPQV YTLPPSREEM
TKNQVSLWCL VKGFYPSDIA VEWESNGQPE NNYKTTTPVL DSDGDSFFLYS
KLTVDKSRWQ QGNVFSCSV MHEALHNRYT QKSLSLSPGK

Аминокислотная последовательность второй полипептидной цепи триспецифичной связывающей молекулы B7-H3 mAb 1/CD8 mAb 1/CD3 mAb 2 представляет собой (SEQ ID NO: 72):

DIQMTQSPSS LSASVGDRVT ITCRASQDIS NYLNWYQQKP GKAPKLLIYY
TSRLHSGVPS RFSGSGSGTD FTLTISSLQP EDIATYYCQQ GNTLPPTFGG
GTKLEIKGGG SGGGGEVQLQ QSGAELVKPG ASVKLSCTAS GFNIKDTYIH
FVRQREPEGL EWIGRIDPAN DNTLYASKFQ GKATITADTS SNTAYMHLCS
LTSGDТАVYY CGRGYGYVVF DHWGQGTTLT VSSGGCGGGK VAALKEKVAA
LKEKVAALKE KVAALKE

Аминокислотная последовательность третьей полипептидной цепи триспецифичной связывающей молекулы B7-H3 mAb 1/CD8 mAb 1/CD3 mAb 2 представляет собой (SEQ ID NO: 73):

EVQLVESGGG LVQPGGSLRL SCAASGFTFS TYAMNWVRQA PGKGLEWVGR
 IRSKYNNYAT YYADSVKDRF TISRDDSKNS LYLQMNLSLKT EDTAVYYCVR
 HGNFGNSYVS WFAYWGQGTLL VTVSSASTKG PSVFPLAPSS KSTSGGTAAL
 GCLVKDYFPE PVTVSWNSGA LTSGVHTFPA VLQSSGLYSL SSVVTVPSSS
 LGTQTYICNV NHKPSNTKVD KRVEPKSCDK THTCPPCPAP EAAGGPSVFL
 FPPKPKDTLM ISRTPEVTCV VVDVSHEDPE VKFNWYVDGV EVHNAKTKPR
 EEQYNSTYRV VSVLTVLHQD WLNGKEYKCK VSNKALPAPI EKTISKAKGQ
 PREPQVYTL PPSREEMTKNQ VSLSCAVKGF YPSDIAVEWE SNGQPENNYK
 TTPPVLDSDG SFFLVSKLTV DKSRWQQGNV FSCSVMHEAL HNRVTQKSL SLSLSPGK

Аминокислотная последовательность четвертой полипептидной цепи триспецифичной связывающей молекулы B7-H3 mAb 1/CD8 mAb 1/CD3 mAb 2 представляет собой (SEQ ID NO: 74):

QAVVTQEPSL TVSPGGTVTL TCRSSTGAVT TSNYANWVQQ KPGQAPRGLI
 GGTNKRAPWT PARFSGSLLG GKAALTITGA QAEDEADYYC ALWYSNLWVF
 GGGTKLTVLG RTVAAPSVFI FPPSDEQLKS GTASVVCLLN NFYPREAKVQ
 WKVDNALQSG NSQESVTEQD SKDSTYSLSS TLTLKADYE KHKVYACEVT
 HQGLSSPVTK SFNRGEC

Результаты этого исследования представлены на фиг. 11A-11C, 12A-12C, 13A-13E и в табл. 26. Фиг. 11A-11C и 12A-12C демонстрируют независимо друг от друга, что размещение CD3-связывающего домена в сайте С триспецифичных связывающих молекул снижает цитотоксичность молекулы. Фиг. 13A-13E демонстрируют, что эта пониженная цитотоксичность наблюдается независимо от того, были ли использованы CD4⁺, CD8⁺ или пан-Т-клетки.

Как показано на фиг. 14A-14B, размещение CD3-связывающего домена в сайте С значительно уменьшает связывание с обоими типами клеток, CD5⁺ CD4⁺ клетками (фиг. 14A) и CD5⁺ CD4⁻ клетками (фиг. 14B). Примечательно, однако, что независимо от размещения CD3-связывающего домена все триспецифические связывающие молекулы были способны опосредовать перенаправленную цитотоксичность.

Пример 4. Получение и свойства примерных анти-CD3, анти-CD8, анти-5T4 триспецифичных связывающих молекул.

Конструировали дополнительные примерные триспецифичные связывающие молекулы, специфичные для антигена 5T4, ассоциированного с заболеванием. Триспецифичная связывающая молекула 5T4 mAb 2/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 состоит из четырех различных полипептидных цепей (табл. 12).

Таблица 12

Полипептидная цепь	Домены	Аффинность связывания
1	VL (5T4 mAb 2) -VH (CD3 mAb 2) -E-спираль (CH2-CH3)	Легкая цепь: 5T4 Тяжелая цепь: CD3
2	VL (CD3 mAb 2) -VH (5T4 mAb 2) -K-спираль	Легкая цепь: CD3 Тяжелая цепь: 5T4
3	Тяжелая цепь CD8 mAb 1	CD8
4	Легкая цепь CD8 mAb 1	CD8

Аминокислотная последовательность первой полипептидной цепи триспецифичной связывающей молекулы 5T4 mAb 2/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 представляет собой (SEQ ID NO: 75):

DVLMTQTPLS LPVSLGDQAS ISCRSSQSIV YSNGNTYLEW YLQKPGQSPK
 LLIYKVSNRFS GVPDRFSGS GSGTDFTLKI SRVEAEDLGV YYCFQGSHPV
 FTFGSGTKLE IKGGGSGGGG EVQLVESGGG LVQPGGSLRL SCAASGFTFS
 TYAMNWVRQA PGKGLEWVGR IRSKYNNYAT YYADSVKGRF TISRDDSKNS
 LYLQMNLSLKT EDTAVYYCVR HGNFGNSYVS WFAYWGQGTLL VTVSSGGCGG
 GEVAALEKEV AALEKEVAAL EKEVAALEKG GGDKTHTCPP CRAPEAAGGP
 SVFLFPPKPK DTLMISRTPE VTCVVVDVSH EDPEVKFNWY VDGVEVHNAK
 TKPREEQYNS TYRVSVSLTV LHQDWLNGKE YKCKVSNKAL PAPIEKTISK
 AKGQPREPQV YTLPPSREEM TKNQVSLWCL VKGFYPSDIA VEWESNGQPE
 NNYKTTTPVL DSDGSFFLYS KLTVDKSRWQ QGNVFSCSVM HEALHNHYTQ
 KLSLSLSPGK

Аминокислотная последовательность второй полипептидной цепи триспецифичной связывающей молекулы 5T4 mAb 2/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 представляет собой (SEQ ID NO: 76):

QAVVTQEPSL TVSPGGTVTL TCRSSTGAVT TSNYANWVQQ KPGQAPRGLI
GGTNKRAPWT PARFSGSLLG GKAALTITGA QAEDEADYYC ALWYSNLWVF
GGGKTLTVLG GGGSGGGGQV QLQQPGAELV KPGASVKMSC KASGYTFTSY
WITWVKQRPG QGLEWIGDIY PGSGRANYNE KFKSKATLTV DTSSSTAYMQ
LSSLTSEDSA VYNCARYGPL FTTVVDPNYSY AMDYWGQGTS VTVSSGGCGG
GKVAALKEKV AALKEKVAAL KEKVAALKE

Аминокислотная последовательность третьей полипептидной цепи триспецифичной связывающей молекулы 5T4 mAb 2/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 представляет собой (SEQ ID NO: 77):

EVQLQSGAE LVKPGASVKL SCTASGFNIK DTYIHFVRQR PEQGLEWIGR
IDPANDNTLY ASKFQGKATI TADTSSNTAY MHLCSLTSKD TAVYYCGRGY
GYVYFDHWGQ GTTLTVSSAS TKGPSVFPLA PSSKSTSGGT AALGCLVKDY
FPEPVTVSWN SGALTSQVHT FPAVLQSSGL YSLSSVVTVP SSSLGTQTYI
CNVNHKPSNT KVDKRVEPKS CDKTHTCPPC PAPEAAGGPS VFLFPPKPKD
TLMISRTPEV TCVVVDVSH EPEVKFNWYV DGVEVHNAKT KPREEQYNST
YRVVSVLTVL HQDWLNGKEY KCKVSNKALP APIEKTISKA KGQPREPQVY
TLPPSREEMT KNQVSLSCAV KGFYPSDIAV EWESNGQPEN NYKTTTPVLD
SDGSFFLVSK LTVDKSRWQQ GNVFSCSVMH EALHNRYTQK SLSLSPGK

Аминокислотная последовательность четвертой полипептидной цепи триспецифичной связывающей молекулы 5T4 mAb 2/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 представляет собой (SEQ ID NO: 78):

DVQINQSPSF LAASPGETIT INCRTSRIS QYLAWYQEQK GKTNKLLIYS GSTLQSGIPS
RFGSGSGTD FTLTISGLEP EDFAMYQCQ HNENPLTFGA GTKLELRRTV
AAPSVFIFPP SDEQLKSGTA SVVCLLNNFY PREAKVQWKV DNALQSGNSQ
ESVTEQDSKD STYLSLSTLT LSKADYEKHK VYACEVTHQG LSSPVTKSFN RGEC

Триспецифичная связывающая молекула 5T4 mAb 2/CD3 mAb 2/CD8 mAb 2 состоит из четырех различных полипептидных цепей (табл. 13).

Таблица 13

Полипептидная цепь	Домены	Аффинность связывания
1	VL (5T4 mAb 2) -VH (CD3 mAb 2) -E-спираль (CH2-CH3)	Легкая цепь: 5T4 Тяжелая цепь: CD3
2	VL (CD3 mAb 2) -VH (5T4 mAb 2) -K-спираль	Легкая цепь: CD3 Тяжелая цепь: 5T4
3	Тяжелая цепь CD8 mAb 2	CD8
4	Легкая цепь CD8 mAb 2	CD8

Аминокислотная последовательность первой полипептидной цепи триспецифичной связывающей молекулы 5T4 mAb 2/CD3 mAb 2/CD8 mAb 2 представляет собой (SEQ ID NO: 79):

DVLMQTPLS LPVSLGDQAS ISCRSSQSIV YSNGNTYLEW YLQKPGQSPK
LLIYKVSNRG SGVPDRFSGS GSGTDFTLKI SRVEAEDLGV YYCFQGSHPV
FTFGSGTKLE IKGGGSGGGG EVQLVESGGG LVQPGGSLRL SCAASGFTFS
TYAMNWRQA PGKLEWVGR IRSKYNNYAT YYADSVKGRF TISRDDSKNS
LYLQMNLSKT EDTAVYYCVR HGNFGNSYVS WFAYWGQGTLLTVSSGGCGG
GEVAALEKEV AALEKEVAAL EKEVAALEKG GGDKTHTCPP CPAPEAAGGP
SVFLFPPKPK DTLMISRTPE VTCVVVDVSH EDPEVKFNWY VDGVEVHNAK
TKPREEQYNS TYRVVSVLTV LHQDWLNGKE YKCKVSNKAL PAPIEKTISK
AKGQPREPQV YTLPPSREEM TKNQVSLWCL VKGFYPSDIA VEWESNGQPE
NNYKTTTPVLD DSDGSFLYS KLTVDKSRWQ QGNVFCSSVM HEALHNHYTQ
KSLSLSPGK

Аминокислотная последовательность второй полипептидной цепи триспецифичной связывающей молекулы 5T4 mAb 2/CD3 mAb 2/CD8 mAb 2 представляет собой (SEQ ID NO: 80):

QAVVTQEPSL TVSPGGTVTL TCRSSTGAVT TSNYANWVQQ KPGQAPRGLI
 GGTNKRAPWT PARFSGSLLG GKAALTITGA QAEDEADYYC ALWYSNLWVF
 GGGTKLTVLG GGGSGGGGQV QLQQPGAELV KPGASVKMSC KASGYTFTSY
 WITWVKQRPQ QGLEWIGDIY PGSGRANYNE KFKSKATLTV DTSSSTAYMQ
 LSSLTSEDSA VYNCARYGPL FTTVVDPNSY AMDYWGQGTS VTVSSGGCGG
 GKVAALKEKV AALKEKVAAL KEKVAALKE

Аминокислотная последовательность третьей полипептидной цепи триспецифичной связывающей молекулы 5T4 mAb 2/CD3 mAb 2/CD8 mAb 2 представляет собой (SEQ ID NO: 81):

QVQLVESGGG VVQPGRSLRL SCAASGFTFS DFGMNWVRQA PGKGLEWVAL
 IYYDGSNKFY ADSVKGRFTI SRDNSKNTLY LQMNSLRAED TAVYYCAKPH
 YDGYHHFFDS WGQGLTVTVS SASTKGPSVF PLAPSSKSTS GGTAALGCLV
 KDYFPEPVTV SWNSGALTSV VHTFPAVLQS SGLYSLSSVV TVPSSSLGTQ
 TYICNVNHPK SNTKVDKRVE PKSCDKTHTC PPCAPEAAG GPSVFLFPPK
 PKDTLMISRT PEVTCVVVDV SHEDPEVKFN WYVDGVEVHN AKTKPREEQY
 NSTYRVVSVL TVLHQDWLNG KEYKCKVSNK ALPAIEKTI SKAKGQPREP
 QVYTLPPSRE EMTKNQVSLV CAVKGFYPSD IAVEWESNGQ PENNYKTPPP
 VLDSGDSFFL VSKLTVDKSR WQQGNVFCSS VMHEALHNRY TQKSLSLSPG K

Аминокислотная последовательность четвертой полипептидной цепи триспецифичной связывающей молекулы 5T4 mAb 2/CD3 mAb 2/CD8 mAb 2 представляет собой (SEQ ID NO: 82):

DIQMTQSPSS LSASVGDRVT ITCKGSQDIN NYLAWYQQKP GKAPKLLIYN
 TDILHTGVPS RFGSGSGTD FTFTISLQP EDIATYYCYQ YNNGYTFGQG
 TKVEIKRTVA APSVFIFPPS DEQLKSGTAS VVCLLNNFYP REAKVQWKVD
 NALQSGNSQE SVTEQDSKDS TYSLSSTLTL SKADYEKHKV YACEVTHQGL
 SSPVTKSFNR GEC

Триспецифичные связывающие молекулы 5T4 mAb 2/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 и 5T4 mAb 2/CD3 mAb 2/CD8 mAb 2 экспрессировали и очищали, как описано выше. Способность этих двух триспецифичных связывающих молекул связываться с CD5⁺/CD4⁺ селектированными лимфоцитами и с CD5⁺/CD4⁺ селектированными человеческими РВМС сравнивали с такой способностью 5T4 X CD3 DART с Fc-доменом. Как показано на фиг. 15А-15В, триспецифичные связывающие молекулы 5T4/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 и 5T4/CD3 mAb 2/CD8 mAb 2 демонстрировали существенно повышенное связывание с CD8⁺ Т-клетками (фиг. 15В) по сравнению с CD4⁺ Т-клетками (фиг. 15А).

Для того чтобы продемонстрировать способность триспецифичных связывающих молекул 5T4 mAb 2/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 и 5T4 mAb 2/CD3 mAb 2/CD8 mAb 2 опосредовать перенаправленное уничтожение клеток-мишеней, такие молекулы инкубировали в присутствии Т-клеток и ЛИМТ-1 клеток-мишеней. Как показано на фиг. 16А-16С, наблюдалось перенаправленное уничтожение клеток-мишеней. Как наблюдали для триспецифичных связывающих молекул В7-Н3, описанных выше, уничтожение было значительно более мощным, чем наблюдаемое для соответствующих 5T4 X CD3 DART, содержащих Fc-домен. Точно так же, как это наблюдалось для триспецифичных связывающих молекул В7-Н3, использование различных вариативных доменов CD8 не оказывает влияния на способность триспецифичных связывающих молекул 5T4 перенаправлять CD8⁺ Т-клетки на клетки-мишени. Также было обнаружено, что триспецифичная связывающая молекула 5T4 mAb 2/CD3 mAb 2/CD8 mAb 2 является высокоактивной и демонстрирует гораздо большую активность CTL с использованием CD8⁺ по сравнению с CD4⁺ эффекторными клетками (в 23 раза ниже EC₅₀). Триспецифичная связывающая молекула 5T4 mAb 2/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 была в 22 раза более эффективной с использованием эффекторных пан-Т-клеток по сравнению с 5T4 X CD3 DARTTM, а триспецифичная связывающая молекула 5T4 mAb 2/CD3 mAb 2/CD8 mAb 2 была в 25 раз более эффективной.

Пример 5. Свойства примерных анти-CD3, анти-CD8, анти-ROR1 триспецифичных связывающих молекул.

Конструировали дополнительные примерные триспецифичные связывающие молекулы, специфичные для антигена ROR1, ассоциированного с заболеванием. Триспецифичная связывающая молекула ROR1 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 состоит из четырех различных полипептидных цепей (табл. 14).

Полипептидная цепь	Домены	Аффинность связывания
1	VL (ROR1 mAb 1) -VH (CD3 mAb 2) -E-спираль (CH2-CH3)	Легкая цепь: ROR1 Тяжелая цепь: CD3
2	VL (CD3 mAb 2) -VH (ROR1 mAb 1) -K-спираль	Легкая цепь: CD3 Тяжелая цепь: ROR1
3	Тяжелая цепь CD8 mAb 1	CD8
4	Легкая цепь CD8 mAb 1	CD8

Аминокислотная последовательность первой полипептидной цепи триспецифичной связывающей молекулы ROR1 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 представляет собой (SEQ ID NO: 83):

QLVLTQSPSA SASLGSSVKL TCTLSSGHKT DTIDWYQQQP GKAPRYLMKL
EGSGSYNKGSGS GVPDRFGSGS SSGADRYLTI SSLQSEDEAD YYCGTDYPGN
YLFGGGTQLT VLGGGGSGGG GEVQLVESGG GLVQPGGSLR LSCAASGFTF
STYAMNWWVRQ APGKGLEWVG RIRSKYNNYA TYYADSVKGR FTISRDDSKN
SLYLQMNLSLK TEDTAVYYCV RHGNFGNSYV SWFAYWGQGT LVTVSSGGCG
GGEVAALEKE VAALEKEVAA LEKEVAALEK GGGDKTHTCP PCPAEAAGG
PSVFLFPPKP KDTLMISRTP EVTCVVVDVS HEDPEVKFNW YVDGVEVHNA
KTKPREEQYN STYRVVSVLT VLHQDWLNGK EYKCKVSNKA LPAIEKTIS
KAKGQPREPQ VYTLPPSREE MTKNQVSLWC LVKGFYPSDI AVEWESNGQP
ENNYKTPPV LDSDGSFFLY SKLTVDKSRW QQGNVFSCSV MHEALHNHYT
QKSLSLSPGK

Аминокислотная последовательность второй полипептидной цепи триспецифичной связывающей молекулы ROR1 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 представляет собой (SEQ ID NO: 84):

QAVVTQEPSL TVSPGGTVTL TCRSSTGAVT TSNYANWVQQ KPGQAPRGLI
GGTNKRAPWT PARFSGSLLG GKAALTITGA QAEDADYYC ALWYSNLWVF
GGGTKLTVLG GGGSGGGGQE QLVESGGGLV QPGGSLRLSC AASGFTFSDY
YMSWVRQAPG KGLEWVATIIY PSSGKTYIAD SVKGRFTISS DNAKNSLYLQ
MNSLRAEDTA VYYCARDSYA DDAALFDIWG QGTTVTVSSG GCGGGKVAAL
KEKVAALKEK VAALKEKVAALKE

Аминокислотная последовательность третьей полипептидной цепи триспецифичной связывающей молекулы ROR1 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 представляет собой (SEQ ID NO: 85):

EVQLQDSGAE LVKPGASVKL SCTASGFNIK DTYIHVFRQR PEQGLEWIGR
IDPANDNTLY ASKFQGKATI TADTSSNTAY MHLCSLTSGD TAVYYCGRGY
GYVYFDHWGQ GTTLTVSSAS TKGPSVFPLA PSSKSTSGGT AALGCLVKDY
FPEPVTVSWN SGALTSKVHT FPAVLQSSGL YSLSSVTVTP SSSLGTQTYI
CNVNHKPSNT KVDKRVEPKS CDKTHTCPPC PAPEAAGGPS VFLFPPKPKD
TLMISRTPPEV TCVVVDVSHE DPEVKFNWYV DGVEVHNAKT KPREEQYNST
YRVVSVLTVL HQDWLNGKEY KCKVSNKALP APIEKTISKA KGQPREPQVY
TLPPSREEMT KNQVSLSCAV KGFYPSDIAV EWESNGQPEN NYKTTTPVLD
SDGSFFLVSK LTVDKSRWQQ GNVFSCSVMH EALHNRYTQK SLSLSPG

Аминокислотная последовательность четвертой полипептидной цепи триспецифичной связывающей молекулы ROR1 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 представляет собой (SEQ ID NO: 86):

DVQINQSPSF LAASPGETIT INCRTSRIS QYLAWYQEKP GKTNKLLIYS GSTLQSGIPS
RFGSGSGTD FTLTISGLEP EDFAMYQCQQ HNENPLTFGA GTKLELRRTV
AAPSVFIFPP SDEQLKSGTA SVVCLLNNFY PREAKVQWKV DNALQSGNSQ
ESVTEQDSKD STYLSLSTLT LSKADYEKHK VYACEVTHQG LSSPVTKSFN RGEC

Триспецифичная связывающая молекула ROR1 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 2 состоит из четырех различных полипептидных цепей (табл. 15).

Полипептидная цепь	Домены	Аффинность связывания
1	VL (ROR1 mAb 1) -VH (CD3 mAb 2) -E-спираль (CH2-CH3)	Легкая цепь: ROR1 Тяжелая цепь: CD3
2	VL (CD3 mAb 2) -VH (ROR1 mAb 1) -K-спираль	Легкая цепь: CD3 Тяжелая цепь: ROR1
3	Тяжелая цепь CD8 mAb 2	CD8
4	Легкая цепь CD8 mAb 2	CD8

Аминокислотная последовательность первой полипептидной цепи триспецифичной связывающей молекулы ROR1 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 2 представляет собой (SEQ ID NO: 87):

QLVLTQSPSA SASLGSSVKL TCTLSSGHKT DTIDWYQQQP GKAPRYLMKL
EGSGSYNKGSGS GVPDRFGSGS SSGADRYLTI SSLQSEDEAD YYCGTDYPGN
YLFGGGTQLT VLGGGGSGGG GEVQLVESGG GLVQPGGSLR LSCAASGFTF
STYAMNWVRQ APGKLEWVG RIRSKYNNYA TYYADSVKGR FTISRDDSKN
SLYLQMNSLK TEDTAVYYCV RHGNFGNSYV SWFAYWGQGT LVTVSSGGCG
GGEVAALEKE VAALEKEVAA LEKEVAALEK GGGDKTHTCP PCPAPEAAGG
PSVFLFPPKP KDTLMISRTP EVTCVVVDVS HEDPEVKFNW YVDGVEVHNA
KTKPREEQYN STYRVVSVLT VLHQDWLNGK EYKCKVSNKA LPAPIEKTIS
KAKGQPREPQ VYTLPPSREE MTKNQVSLWC LVKGFYPSDI AVEWESNGQP
ENNYKTPPV LDSDGSFFLY SKLTVDKSRW QQGNVFSCSV MHEALHNHYT
QKSLSLSPGK

Аминокислотная последовательность второй полипептидной цепи триспецифичной связывающей молекулы ROR1 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 2 представляет собой (SEQ ID NO: 88):

QAVVTQEPSL TVSPGGTVTL TCRSSTGAVT TSNYANWVQQ KPGQAPRGLI
GGTNKRAPWT PARFSGSLLG GKAALTITGA QAEDEADYYC ALWYSNLWVF
GGGTKLTVLG GGGSGGGGQE QLVESGGGLV QPGGSLRLSC AASGFTFSDY
YMSWVRQAPG KGLEWVATYIY PSSGKTYAD SVKGRFTISS DNAKNSLYLQ
MNSLRAEDTA VYYCARDSYA DDAALFDIWG QGTTVTVSSG GCGGGKVAAL
KEKVAALKEK VAALKEKVAA LKE

Аминокислотная последовательность третьей полипептидной цепи триспецифичной связывающей молекулы ROR1 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 2 представляет собой (SEQ ID NO: 89):

QVQLVESGGG VVQPGRSLRL SCAASGFTFS DFGMNWVRQA PGKGLEWVAL
IYYDGSNKFY ADSVKGRFTI SRDNSKNTLY LQMNSLRAED TAVYYCAKPH
YDGYHFFDS WGQGLVTVS SASTKGPSVF PLAPSSKSTS GGTAALGLV
KDYFPEPVTV SWNSGALTSG VHTFPAVLQS SGLYSLSSVV TVPSSSLGTQ
TYICNVNHKP SNTKVDKRVE PKSCDKTHTC PPCPAPEAAG GPSVFLFPPK
PKDTLMISRT PEVTCVVVDV SHEDPEVKFN WYVDGVEVHN AKTKPREEQY
NSTYRVVSVL TVLHQDWLNG KEYKCKVSNK ALPAIEKTI SKAKGQPREP
QVYTLPPSRE EMTKNQVSL SCAVKGFYPSD IAVEWESNGQ PENNYKTPP
VLDSGDSFFL VSKLTVDKSR WQQGNVFSCS VMHEALHNRVY TQKSLSLSPG K

Аминокислотная последовательность четвертой полипептидной цепи триспецифичной связывающей молекулы ROR1 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 2 представляет собой (SEQ ID NO: 90):

DIQMTQSPSS LSASVGDRVT ITCKGSQDIN NYLAWYQQKPK GKAPKLLIYN
TDILHTGVPV RFSGSGSGTD FTFTISSLQP EDIATYYCYQ YNNGYTFGQG
TKVEIKRTVA APSVFIFPPS DEQLKSGTAS VVCLLNNFYP REAKVQWKVD
NALQSGNSQE SVTEQDSKDS TYSLSSTLTL SKADYEKHKV YACEVTHQGL
SSPVTKSFNR GEC

Свойства триспецифичных связывающих молекул ROR1 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 и ROR1 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 2 сравнивали с такими свойствами ROR1 X CD3 DART™, содержащей Fc-домен. Триспецифичные связывающие молекулы DART™ и ROR1 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 и ROR1 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 2 конструировали с использованием последовательностей Fv из моноклонального анти-ROR1 антитела, ROR1 mAb 1, которое связывается с антигеном ROR-1.

Две триспецифичных связывающих молекулы ROR1 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 и ROR1 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 2 и DART все были активны в CTL анализах против JIMT1-Luc и A549 клеток-

мишеней. Однако триспецифичные связывающие молекулы ROR1 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 и ROR1 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 2 демонстрировали резко возросшую активность с CD8⁺ Т-клетками и пан-Т-клетками эффекторами.

Способность триспецифичных связывающих молекул ROR1 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 и ROR1 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 2 опосредовать перенаправленное уничтожение клеток-мишеней измеряли с использованием как люциферазного анализа, так и LDH анализа. В обоих случаях наблюдалось перенаправленное уничтожение. Фиг. 17А-17С демонстрируют перенаправленное уничтожение клеток-мишеней, измеренное с помощью люциферазного анализа. Результаты суммированы в табл. 16.

Таблица 16

триспецифичная связывающая молекула	EC50			соотношение		
	эффекторные клетки			CD4	CD4	пан-Т
	CD4	CD8	пан-Т	CD8	CD8	
	JIMT-1 LUC клетки-мишени (люциферазный анализ)					
Ror1 X CD3 DART™	0,45	0,4064	0,3931	1,1	1,0	1,0
ROR 1 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 триспецифичная связывающая молекула	0,131	0,0009	0,0015	145,3	131,3	262,1
ROR 1 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 2 триспецифичная связывающая молекула	0,174	0,0011	0,0016	158,0	142,7	245,7
	JIMT-1 LUC клетки-мишени (LDH анализ)					
Ror1 X CD3 DART™	0,291	0,7761	0,7643	0,4	1,0	1,0
ROR 1 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 триспецифичная связывающая молекула	0,095	0,0017	0,0053	55,9	149,0	144,2
ROR 1 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 2 триспецифичная связывающая молекула	0,277	0,0021	0,0057	131,8	351,3	134,1
	A549					
Ror1 X CD3 DART™	0,762	0,468	0,5305	1,6	1,0	1,0
ROR 1 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 триспецифичная связывающая молекула	0,879	0,0102	0,0231	86,2	53,0	23,0
ROR 1 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 2 триспецифичная связывающая молекула	1,257	0,009	0,0126	139,7	85,8	42,1

Пример 6. Свойства примерных анти-CD3, анти-CD8, анти-Env триспецифичных связывающих молекул.

Конструировали дополнительные примерные триспецифичные связывающие молекулы, специфичные для антигена HIV (GP140 антиген), ассоциированного с заболеванием. Триспецифичная связывающая молекула HIV mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 состоит из четырех различных полипептидных цепей (табл. 17).

Таблица 17

Полипептидная цепь	Домены	Аффинность связывания
1	VL (HIV mAb 1) -VH (CD3 mAb 2) -E-спираль (CH2-CH3)	Легкая цепь: HIV Тяжелая цепь: CD3
2	VL (CD3 mAb 2) -VH (HIV mAb 1) -K-спираль	Легкая цепь: CD3 Тяжелая цепь: HIV
3	Тяжелая цепь CD8 mAb 1	CD8
4	Легкая цепь CD8 mAb 1	CD8

Аминокислотная последовательность первой полипептидной цепи триспецифичной связывающей молекулы HIV mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 представляет собой (SEQ ID NO: 91):

DIVMTQSPDS LAVSPGERAT IHCKSSQTLL YSSNNRHSIA WYQQRPGQPP
 KLLLYWASMR LSGVPDRFSG SGSGETDFTLT INNLAEDVA IYYCHQYSSH
 PPTFGHGTRV EIKGGGSGGG GEVQLVESGG GLVQPGGSLR LSCAASGFTF
 STYAMNWVRQ APGKGLEWVG RIRSKYNNYA TYYADSVKGR FTISRDDSKN
 SLYLQMNSLK TEDTAVYYCV RHGNFGNSYV SWFAYWGQGT LVTVSSASTK
 GEVAACEKEV AALEKEVAAL EKEVAALEKG GGDKTHTCPP CPAEAAGGP
 SVFLFPPKPK DTLMISRTPE VTCVVVDVSH EDPEVKFNWY VDGVEVHNAK
 TKPREEQYNS TYRVVSVLTV LHQDWLNGKE YKCKVSNKAL PAPIEKTISK
 AKGQPREPQV YTLPPSREEM TKNQVSLWCL VKGFYPSDIA VEWESNGQPE
 NNYKTPPVVL DSDGSFFLYS KLTVDKSRWQ QGNVFSCSVM HEALTHNYTQ
 KSLSLSPGK

Аминокислотная последовательность второй полипептидной цепи триспецифичной связывающей молекулы HIV mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 представляет собой (SEQ ID NO: 92):

QAVVTQEPSL TVSPGGTVTL TCRSSTGAVT TSNYANWVQQ KPGQAPRGLI
 GGTKRPAWPT PARFSGSLLG GKAALTITGA QAEDADYYC ALWYSNLWVF
 GGGTKLTVLG GGGSGGGGQV QLVQSGGGVF KPGGSLRLSC EASGFTFTEY
 YMTWVRQAPG KGLEWLAYIS KNGEYSKYSP SSGRFTISR DNAKNSVFLQ
 LDRLSADDTA VYYCARADGL TYFSELLQYI FDLWGQGARV TVSSASTKKG
 VAACKEKVAALKEKVAALKEKVAALKE

Аминокислотная последовательность третьей полипептидной цепи триспецифичной связывающей молекулы HIV mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 представляет собой (SEQ ID NO: 93):

EVQLQQSGAE LVKPGASVKL SCTASGFNIK DTIHFVQR PEQGLEWIGR
 IDPANDNTLY ASKFQGKATI TADTSSNTAY MHLCSLTSGD TAVYYCGRGY
 GYYVFDHWGQ GTTLTVSSAS TKGPSVFPLA PSSKSTSGGT AALGCLVKDY
 FPEPVTVSWN SGALTSVHT FPAVLQSSGL YSLSSVTVTP SSSLGTQTYI
 CNVNHKPSNT KVDKRVEPKS CDKTHTCPPC PAPEAAGGPS VFLFPPKPKD
 TLMISRTPEV TCVVVDVSH DPEVKFNWYV DGVEVHNAKT KPREEQYNST
 YRVVSVLTVL HQDWLNGKEY KCKVSNKALP APIEKTISKA KGQPREPVY
 TLPPSREEMT KNQVSLSCAV KGFYPSDIAV EWESNGQPEN NYKTPPVLD
 SDGSFFLVSK LTVDKSRWQQ GNVFSCSVMH EALHNRYTQK SLSLSPG

Аминокислотная последовательность четвертой полипептидной цепи триспецифичной связывающей молекулы HIV mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 представляет собой (SEQ ID NO: 94):

DVQINQSPSF LAASPGETIT INCRTSRIS QYLAWYQEK GKTNKLIIYS GSTLQSGIPS
 RFSGSGSGTD FTLTISGLEP EDFAMYCYQQ HNENPLTFGA GTKLELRRTV
 AAPSVFIFPP SDEQLKSGTA SVVCLLNNFY PREAKVQWKV DNALQSGNSQ
 ESVTEQDSKD STYLSSTLT LSKADYEKHK VYACEVTHQG LSSPVTKSFN RGEK

Триспецифичная связывающая молекула HIV mAb 2/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 состоит из четырех различных полипептидных цепей (табл. 18).

Таблица 18

Полипептидная цепь	Домены	Аффинность связывания
1	VL (HIV mAb 2) -VH (CD3 mAb 2) -E-спираль (CH2-CH3)	Легкая цепь: HIV Тяжелая цепь: CD3
2	VL (CD3 mAb 2) -VH (HIV mAb 2) -K-спираль	Легкая цепь: CD3 Тяжелая цепь: HIV
3	Тяжелая цепь CD8 mAb 1	CD8
4	Легкая цепь CD8 mAb 1	CD8

Аминокислотная последовательность первой полипептидной цепи триспецифичной связывающей молекулы HIV mAb 2/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 представляет собой (SEQ ID NO: 95):

QSALTQPPSA SGSPGQSVTI SCTGTSSDVG GYNYVSWYQH HPGKAPKLII
 SEVNNRPSGV PDRFSGSKSG NTASLTVSGL QAEDEAEYYC SSYTDIHNFV
 FGGGTKLTVL GGGSGGGGEV QLVESGGGLV QPGGSLRLSC AASGFTFSTY
 AMNWVRQAPG KGLEWVGRIR SKYNNYATYY ADSVKGRFTI SRDDSKNSLY
 LQMNSLKTED TAVYYCVRHG NFGNSYVSWF AYWGQGTLLVT VSSASTKGEV
 AACEKEVAAL EKEVAALEKE VAALEKGGGD KTHTCPPCPA PEAAGGPSVF
 LFPPKPKDTL MISRTPEVTC VVVDVSHEDP EVKFNWYVDG VEVHNAKTKP
 REEQYNSTYR VVSVLTVLHQ DWLNGKEYKC KVSNKALPAP IEKTISKAKG
 QPREPQVYTL PPSREEMTKN QVSLWCLVKG FYPSDIAVEW ESNGQPENNY
 KTPPVLDSD GSFFLYSKLT VDKSRWQQN VFSCSVMHEA LHNHYTQKSL SLSPGK

Аминокислотная последовательность второй полипептидной цепи триспецифичной связывающей молекулы HIV mAb 2/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 представляет собой (SEQ ID NO: 96):

QAVVTQEPSL TVSPGGTVTL TCRSSTGAVT TSNYANWVQQ KPGQAPRGLI
 GGTNKRAPWT PARFSGSLLG GKAALTITGA QAEDEADYYC ALWYSNLWVF
 GGGTKLTVLG GGGSGGGGQV QLQESGPGLV KPSQTLSLSC TVSGGSSSSG
 AHYWSWIRQY PGKGLEWIGY IHYSGNTYYN PSLKSRITIS QHTSENQFSL
 KLNSVTVADT AVYYCARGTR LRTLRNASFDI WGQGTLLTVS SASTKGKVA
 CKEKVAALKE KVAALKEKVA ALKE

Аминокислотная последовательность третьей полипептидной цепи триспецифичной связывающей молекулы HIV mAb 2/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 представляет собой (SEQ ID NO: 97):

EVQLQSGAE LVKPGASVKL SCTASGFNIK DTYIHFVRRQ PEQGLEWIGR
 IDPANDNTLY ASKFQGKATI TADTSSNTAY MHLCSLTSGD TAVYYCGRGY
 GYYVFDHWGQ GTTLTVSSAS TKGPSVFPLA PSSKSTSGGT AALGCLVKDY
 FPEPVTVSWN SGALTSGVHT FPAVLQSSGL YSLSSVVTVP SSSLGTQTYI
 CNVNHKPSNT KVDKRVEPKS CDKTHTCPPC PAPEAAGGPS VFLFPPKPKD
 TLMISRTPEV TCVVVDVSHE DPEVKFNWYV DGVEVHNAKT KPREEQYNST
 YRVVSVLTVL HQDWLNGKEY KCKVSNKALP APIEKTISKA KGQPREPQVY
 TLPPSREEMT KNQVSLSCAV KGFYPSDIAV EWESNGQPEN NYKTPPVLD
 SDGSFFLVSK LTVDKSRWQQ GNVFSCSVMH EALHNRYTQK SLSLSPG

Аминокислотная последовательность четвертой полипептидной цепи триспецифичной связывающей молекулы HIV mAb 2/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 представляет собой (SEQ ID NO: 98):

DVQINQSPSF LAASPGETIT INCRTSRIS QYLAWYQEKP GKTNKLLIYS GSTLQSGIPS
 RFGSGSGTD FTLTISGLEP EDFAMYQCQ HNENPLTFGA GTKLELRRTV
 AAPSVFIFPP SDEQLKSGTA SVVCLLNNFY PREAKVQWKV DNALQSGNSQ
 ESVTEQDSKD STYLSLSTLT LSKADYEKHK VYACEVTHQG LSSPVTKSFN RGEK

Получали триспецифичные связывающие молекулы, содержащие связывающий домен, способный связываться с антигеном gp140 вируса иммунодефицита человека (HIV) (т.е. HIV mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 триспецифичная связывающая молекула и HIV mAb 2/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 триспецифичная связывающая молекула).

В качестве предварительного шага оценивали способность триспецифичных связывающих молекул HIV mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 и HIV mAb 2/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1. Два мкг/мл gp140 белка штамма JR-FL в 0,2М карбонатно-бикарбонатном буфере (pH 9,4) наносили в виде покрытия на твердую подложку и затем инкубировали с триспецифичными связывающими молекулами (при начальной концентрации 5 мкг/мл, с последующими серийными разведениями 1:2). По завершении анализа связывание блокировали с помощью фосфатно-солевого буферного раствора (PBS), содержащего 3% бычьего сывороточного альбумина (БСА). Связывание детектировали с помощью тИФА (Pico (ThermoScientific-Pierce) с использованием античеловеческого IgG, который был конъюгирован с пероксидазой хрена (HRP). Анализ был также использован с иммобилизованным человеческим CD3 (2 мкг/мл) для того, чтобы оценить способность молекул связываться с CD3. Было обнаружено, что триспецифичные связывающие молекулы обладают способностью связываться с растворимым, иммобилизованным белком GP140 (фиг. 18А) и с человеческим CD3 (фиг. 18В). Сэндвич-тИФА проводили для демонстрации того, что триспецифичные связывающие молекулы способны скоординированно связываться с обоими, gp140 и CD3. Для этой цели 2 мкг/мл штамма белка gp140 штамма JR-FL в 0,2М карбонат-бикарбонатном буфере (pH 9,4), наносили в виде покрытия на твердую подложку, а затем инкубировали с триспецифичными связывающими молекулами (при начальной концентрации 5 мкг/мл, а затем с серийными разведениями 1:2). Затем добавляли

человеческий CD3, меченный биотином (0,5 мкг/мл). Связывание детектировали с помощью тИФА (Pico (ThermoScientific-Pierce) с использованием конъюгата стрептавидин-HRP. Фиг. 18С демонстрирует, что триспецифичные связывающие молекулы были способны скоординированно связываться с обоими, gp140 и CD3.

Было обнаружено, что триспецифичные связывающие молекулы способны связываться с поверхностью клеток, которые экспрессируют белок HIV Env. Чтобы продемонстрировать этот аспект изобретения, НЕК293/D375 клетки, экспрессирующие HIV Env, при условиях индукции доксициклином инкубировали с триспецифичными связывающими молекулами. Детектирование связывания осуществляли с использованием биотинилированного антитела против человеческого Fc и стрептавидин-APC. Как показано на фиг. 19А-19С, было обнаружено, что обе триспецифичные связывающие молекулы способны связываться с клетками НЕК293/D375 в отличие от контрольной триспецифичной связывающей молекулы (фиг. 19С).

Для того чтобы продемонстрировать способность таких триспецифичных связывающих молекул опосредовать перенаправленное уничтожение HIV-инфицированных клеток, оценивали способность таких молекул связываться с РВМС. Человеческую кровь лизировали с использованием лизирующего буфера ACK, промывали 2X PBS и повторно суспендировали в буфере FACS, содержащем 10% человеческой сыворотки АВ, и инкубировали при комнатной температуре в течение 20 мин. Затем клетки осаждали центрифугированием и ресуспендировали (4×10^6 клеток/мл) в буфере FACS. 50 мкл серийно титрованных триспецифичных связывающих молекул добавляли в лунки 96-луночного глубокого планшета. 50 мкл клеток (4×10^6 клеток/мл), хорошо перемешанных в FACS буфере, содержащем 0,01% азида натрия, затем добавляли в соответствующие лунки и тщательно перемешивали с помощью пипетки. Планшет инкубировали в темноте в течение около 45 мин при температуре 2-8°C. В конце инкубирования клетки дважды промывали путем добавления 300 мкл буфера FACS в каждую лунку, планшет центрифугировали при 1200 об/мин в течение 5 мин и отбрасывали надосадочную жидкость. Клеточный осадок ресуспендировали в 100 мкл смеси козьих антител против человеческого IgG Fcγ-PE, CD5-APC и CD4-PerCP5.5, приготовленной в буфере FACS, содержащем 0,01% азида натрия, и клетки инкубировали в темноте в течение около 45 мин при температуре 2-8°C. По окончании инкубирования клетки промывали, ресуспендировали буфером FACS и анализировали с помощью проточного цитометра BD Caliber. Как показано на фиг. 20А-20В, было обнаружено, что триспецифичные связывающие молекулы проявляют специфичное связывание с популяцией CD5⁺/CD4⁺ клеток.

Триспецифичные связывающие молекулы инкубировали при 37°C в течение 24 ч в присутствии клеток Jurkat 522 FY, экспрессирующих HIV env, и пан-Т-клеток в присутствии или в отсутствие тетрациклина, и измеряли цитотоксичность с использованием LDH-анализа. Как показано на фиг. 21А-21F, триспецифичные связывающие молекулы опосредуют существенную цитотоксичность.

Анализ цитотоксичности проводили с использованием очищенных пан-Т-клеток и клеток Jurkat 522 FY, экспрессирующих HIV env, и измеряли процент живых клеток. Результаты этого анализа показаны на фиг. 22А-22В.

Проводили оценку CTL-активности из триспецифичных связывающих молекул на HIV env-экспрессирующих клетках Jurkat 522 FY с использованием CD4⁺, CD8⁺ или пан-Т-клеток. Результаты этой оценки по отношению к триспецифичным связывающим молекулам HIV mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 показаны на фиг. 23А-23С. Результаты этой оценки по отношению к триспецифичным связывающим молекулам HIV mAb 2/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 показаны на фиг. 24А-24С. В табл. 19 суммированы результаты.

Таблица 19

Клетки Jurkat 522FY (% цитотоксичности по отношению к LDH MR из клеток-мишеней без связывающей молекулы)

HIV mAb 1, CD3 mAb 2 DART™		HIV mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 триспецифичная связывающая молекула		HIV mAb 2, CD3 mAb 2 DART™		HIV mAb 2/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 триспецифичная связывающая молекула	
EC ₅₀ , нМ	E _{max} , %	EC ₅₀ , нМ	E _{max} , %	EC ₅₀ , нМ	E _{max} , %	EC ₅₀ , нМ	E _{max} , %
CD4							
0,67	13	0,36	15	0,25	9	0,45	8
CD8							
0,20	18	0,00781	37	0,052	16	0,00040	27
пан-Т							
0,31	19	0,044	38	0,26	16	0,0015	23

Оценивали влияние изменения отношения мишень:эффекторные клетки. В табл. 20 суммированы полученные результаты.

Таблица 20

	Клетки Jurkat 522FY (% Цитотоксичности по отношению к LDH MR из клеток-мишеней без связывающей молекулы)							
	HIV mAb 1 связывающий домен				HIV mAb 2-связывающий домен			
	E/T = 5:1		E/T = 10:1		E/T = 5:1		E/T = 10:1	
	EC ₅₀ нМ	E _{max} %	EC ₅₀ нМ	E _{max} %	EC ₅₀ нМ	E _{max} %	EC ₅₀ нМ	E _{max} %
DART™	0,076	26	0,066	27	0,00057	24	0,00061	25
DART™	0,0092	15	0,0066	15	0,0058	15	0,0054	15
триспецифичная связывающая молекула	0,00019	22	0,00029	24	0,00032	25	0,00026	24

Также проводили оценку CTL-активности из триспецифичных связывающих молекул на HIV env-экспрессирующих клетках HEK293 с использованием CD4⁺, CD8⁺ или пан-T-клеток. Результаты этой оценки представлены в табл. 21.

Таблица 21

% Цитотоксичности по отношению к LDH MR из клеток-мишеней
Без триспецифичной связывающей молекулы

клетки HEK293 D371				клетки HEK293 D375			
HIV mAb 1, CD3 mAb 2 DART™		HIV mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 триспецифичная связывающая молекула		HIV mAb 2, CD3 mAb 2 DART™		HIV mAb 2/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 триспецифичная связывающая молекула	
EC ₅₀ , нМ	E _{max} , %	EC ₅₀ , нМ	E _{max} , %	EC ₅₀ , нМ	E _{max} , %	EC ₅₀ , нМ	E _{max} , %
CD4							
0,45	0,64	3,16	1,12	0,15	0,14	0,84	0,18
CD8							
0,029	0,0062	1,77	0,0043	0,018	0,0012	1,00	0,0020
пан-T							
0,082	0,025	2,06	N/A	0,042	0,0085	1,08	N/A

Пример 7. Сравнение аффинности вариантов CD3-связывающих доменов.

Как было отмечено выше, CD3, CD8 или антигенсвязывающие домены антигена, ассоциированного с заболеванием, триспецифичных связывающих молекул по настоящему изобретению могут быть подвергнуты мутации для выделения связывающих доменов, имеющих более желательные характеристики связывания. CD3 mAb 2-связывающий домен был подвергнут такому мутагенезу, и было выделено два аффинных варианта (CD3 mAb 2 Low и CD3 mAb 2 Fast).

Аминокислотная последовательность варибельного домена легкой цепи человеческого CD3 mAb 2 Low представляет собой (SEQ ID NO: 99):

QAVVTQEPSL TVSPGGTVTL TCRRSSTGAVT TSNYANWVQQ KPGQAPRGLI
GGTNKRAPWT PARFSGSLG GKAALTITGA QAEDEADYYC ALWYSNLWVF
GGGTKLTVLG

Аминокислотная последовательность варибельного домена тяжелой цепи человеческого CD3 mAb 2 Low представляет собой (SEQ ID NO: 100):

EVQLVESGGG LVQPGGSLRL SCAASGFTFS TYAMNWVRQA PGKGLEWVGR
IRSKYNNYAT YYADSVKGRF TISRDDSKNS LYLQMNSLKT EDTAVYYCVR
HGNFGNSYVT WFAIWGQGTL VTVSS

Аминокислотная последовательность варибельного домена легкой цепи человеческого CD3 mAb 2 Fast представляет собой (SEQ ID NO: 101):

QAVVTQEPSL TVSPGGTVTL TCRSSTGAVT TSNYANWVQQ KPGQAPRGLI
 GGTNKRAPWT PARFSGSLLG GKAALTITGA QAEDEADYYC ALWYSNLWVF
 GGGTKLTVLG

Аминокислотная последовательность вариабельного домена тяжелой цепи человеческого CD3 mAb 2 Fast представляет собой (SEQ ID NO: 102):

EVQLVESGGG LVQPGGSLRL SCAASGFTFS TYAMNWVRQA PGKGLEWVGR
IRSKYNNYAT YYADSVKGRF TISRDDSKNS LYLQMNSLKT EDTAVYYCVR
HKNFGNSYVT WFAYWQGQTL VTVSS

Фиг. 25A-25C демонстрируют кинетику связывания для этих вариантов. CD3 mAb 2 Low (фиг. 25A) представляет собой вариант низкой аффинности, в то время как CD3 mAb 2 Fast (фиг. 25B) имеет более быструю скорость диссоциации по сравнению с диким типом CD3 mAb 2 (фиг. 25C).

Для того чтобы оценить влияние характеристик связывания CD3, были использованы два мутанта CD3-связывающих доменов. Конструировали три триспецифичных связывающих молекулы, специфичных для антигена 5T4, ассоциированного с заболеванием, с использованием последовательности вариабельного домена CD3 mAb 2 дикого типа, последовательности вариабельного домена CD3 mAb 2 с низкой аффинностью к CD3 и последовательности вариабельного домена CD3 mAb 2 с аффинностью дикого типа, но с более быстрой скоростью диссоциации. Специфичности вариабельного домена 5T4 и специфичности вариабельного домена CD8 были одинаковыми между триспецифичными связывающими молекулами. Первую триспецифичную связывающую молекулу обозначили как 5T4 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1, и она состоит из четырех различных полипептидных цепей (табл. 22).

Таблица 22

Полипептидная цепь	Домены	Аффинность связывания
1	VL (5T4 mAb 1) -VH (CD3 mAb 2) -E-спираль (CH2-CH3)	Легкая цепь: 5T4 Тяжелая цепь: CD3
2	VL (CD3 mAb 2) -VH (5T4 mAb 1) -K-спираль	Легкая цепь: CD3 Тяжелая цепь: 5T4
3	Тяжелая цепь CD8 mAb 1	CD8
4	Легкая цепь CD8 mAb 1	CD8

Аминокислотная последовательность первой полипептидной цепи триспецифичной связывающей молекулы 5T4 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 представляет собой (SEQ ID NO: 103):

DIQMTQSPSS LSASVGDRTV ITCRASQGIS NYLAWFQQKP GKAPKSLIYR
 ANRLQSGVPS RFSGSGSGTD FTLTISSLQP EDVATYYCLQ YDDFPWTFGQ
 GTKLEIKGGG SGGGGEVQLV ESGGGLVQPG GSLRLSCAAS GFTFSTYAMN
 WVRQAPGKGL EWVGRIRSKY NNYATYYADS VKGRFTISR DSKNSLYLQM
 NSLKTEDTAV YYCVRHGNFG NSYVSWFAYW GQGTLVTVSS GGCGGGEVAA
 LEKEVAALEK EVAALEKEVA ALEKGGGDKT HTCPCPAPE AAGGPSVFLF
 PPKPKDTLMI SRTPEVTCVV VDVSHEDPEV KFNWYVDGVE VHNAKTKPRE
 EQYNSTYRVV SVLTVLHQDW LNGKEYKCKV SNKALPAPIE KTISKAKGQP
 REPQVYTLPP SREEMTKNQV SLWCLVKGFY PSDIAVEWES NGQPENNYKT
 TPPVLDSGGS FFLYSKLTVD KSRWQQGNVF SCSVMHEALH NHYTQKLSLSL SPGK

Аминокислотная последовательность второй полипептидной цепи триспецифичной связывающей молекулы 5T4 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 представляет собой (SEQ ID NO: 104):

QAVVTQEPSL TVSPGGTVTL TCRSSTGAVT TSNYANWVQQ KPGQAPRGLI
 GGTNKRAPWT PARFSGSLLG GKAALTITGA QAEDEADYYC ALWYSNLWVF
 GGGTKLTVLG GGGSGGGGQV QLVQSGAEVK KPGASVKVSC KASGYTFTSF
 WMHWVRQAPG QGLEWMGRID PNRGGTEYNE KAKSRVTMTA DKSTSTAYME
 LSSLRSEDTA VYYCAGGNPY YPMDYWGQGT VTVVSSGGCG GKGVAALKEK
 VAALKEKVAA LKEKVAALKE

Аминокислотная последовательность третьей полипептидной цепи триспецифичной связывающей молекулы 5T4 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 представляет собой (SEQ ID NO: 105):

EVQLQQSGAE LVKPGASVKL SCTASGFNIK DTYIHVVRQR PEQGLEWIGR
 IDPANDNTLY ASKFQ GKATI TADTSSNTAY MHLCSLTSGD TAVYYCGRGY
 GYYVFDHWGQ GTTLTVSSAS TKGPSVFPLA PSSKSTSGGT AALGCLVKDY
 FPEPVTVSWN SGALTSGVHT FPAVLQSSGL YSLSSVVTVP SSSLGTQTYI
 CNVNHKPSNT KVDKRVEPKS CDKTHTCPPC PAPEAAGGPS VFLFPPKPKD
 TLMISRTPEV TCVVVDVSHE DPEVKFNWYV DGVEVHNAKT KPREEQYNST
 YRVVSVLTVL HQDWLNGKEY KCKVSNKALP APIEKTISKA KGQPREPQVY
 TLPPSREEMT KNQVLSCAV KGFYPSDIAV EWESNGQPEN NYKTTTPVLD
 SDGSFFLVSK LTVDKSRWQQ GNVFSCSVMH EALHNRYTQK SLSLSPGK

Аминокислотная последовательность четвертой полипептидной цепи триспецифичной связывающей молекулы 5T4 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 представляет собой (SEQ ID NO: 106):

DVQINQSPSF LAASPGETIT INCRTSRISIS QYLAWYQEKP GKTNKLLIYS GSTLQSGGPS
 RFSGSGSGTD FTLTISGLEP EDFAMYCYCQ HNENPLTFGA GTKLELRRTV
 AAPSVFIFPP SDEQLKSGTA SVVCLLNNFY PREAKVQWKV DNALQSGNSQ
 ESVTEQDSKD STYLSSTLT LSKADYEKHK VYACEVTHQG LSSPVTKSFN RGEC

Вторую триспецифичную связывающую молекулу обозначили как 5T4 mAb 1/CD3 mAb 2 Low/CD8 mAb 1, и она состоит из четырех различных полипептидных цепей (табл. 23).

Таблица 23

Полипептидная цепь	Домены	Аффинность связывания
1	VL (5T4 mAb 1) -VH (CD3 mAb 2 Low) -E-спираль (CH2-CH3)	Легкая цепь: 5T4 Тяжелая цепь: CD3
2	VL (CD3 mAb 2 Low) -VH (5T4 mAb 1) -K-спираль	Легкая цепь: CD3 Тяжелая цепь: 5T4
3	Тяжелая цепь CD8 mAb 1	CD8
4	Легкая цепь CD8 mAb 1	CD8

Аминокислотная последовательность первой полипептидной цепи триспецифичной связывающей молекулы 5T4 mAb 1/CD3 mAb 2 Low/CD8 mAb 1 представляет собой (SEQ ID NO: 107):

DIQMTQSPSS LSASVGDRTV ITCRASQGIS NYLAWFQQKP GKAPKSLIYR
 ANRLQSGVPS RFSGSGSGTD FTLTISSLQP EDVATYYCLQ YDDFPWTFGQ
 GTKLEIKGGG SGGGGEVQLV ESGGGLVQPG GSLRLSCAAS GFTFSTYAMN
 WVRQAPGKGL EWVGRIRSKY NNYATYYADS VKGRFTISR DSKNSLYLQM
 NSLKTEDTAV YYCVRHGNFG NSYVTWFAYW GQGTLTVSS ASTKGEVAAC
 EKEVAALEKE VAALEKEVAA LEKGGGDKTH TCPPEAPEA AGGPSVFLFP
 PKPKDTLMIS RTPEVTCVVV DVSHEDPEVK FNWYVDGVEV HNAKTKPREE
 QYNSTYRVVS VLTVLHQDWL NGKEYKCKVS NKALPAPIEK TISKAKGQPR
 EPQVYTLPPS REEMTKNQVS LWCLVKGFYP SDIAVEWESN GPENNYKTT
 PPVLDSDGSF FLYSKLTVDK SRWQQGNVFS CSVMHEALHN HYTQKLSLS PGK

Аминокислотная последовательность второй полипептидной цепи триспецифичной связывающей молекулы 5T4 mAb 1/CD3 mAb 2 Low/CD8 mAb 1 представляет собой (SEQ ID NO: 108):

QAVVTQEPSL TVSPGGTVTL TCRSSTGAVT TSNYANWVQQ KPGQAPRGLI
 GGTNKRAPWT PARFSGSLLG GKAALTITGA QAEDEADYYC ALWYSNLWVWF
 GGGTKLTVLG GGGSGGGGQV QLVQSGAEVK KPGASVKVSC KASGYTFTSF
 WMHWVRQAPG QGLEWMGRID PNRGGTEYNE KAKSRVTMTA DKSTSTAYME
 LSSLRSEDTA VYYCAGGNPY YPMDYWGQGT TVTVSSASTK GKVAACKEKV
 AALKEKVAAL KEKVAALKE

Аминокислотная последовательность третьей полипептидной цепи триспецифичной связывающей молекулы 5T4 mAb 1/CD3 mAb 2 Low/CD8 mAb 1 представляет собой (SEQ ID NO: 109):

EVQLQQSGAE LVKPGASVKL SCTASGFNIK DTYIHFVQR PEQGLEWIGR
 IDPANDNTLY ASKFQ GKATI TADTSSNTAY MHLCSLTSGD TAVYYCGRGY
 GYYVFDHWGQ GTTLTVSSAS TKGPSVFPLA PSSKSTSGGT AALGCLVKDY
 FPEPVTWSN SGALTSVHT FPAVLQSSGL YSLSSVVTVP SSSLGTQTYI
 CNVNHKPSNT KVDKRVEPKS CDKTHTCPPC PAPEAAGGPS VFLFPPKPKD
 TLMISRTPEV TCVVVDVSHE DPEVKFNWYV DGVEVHNAKT KPREEQYNST
 YRVVSVLTVL HQDWLNGKEY KCKVSNKALP APIEKTISKA KGQPREPVY
 TLPPSREEMT KNQVSLSCAV KGFYPSDIAV EWESNGQPEN NYKTTTPVLD
 SDGSFFLVSK LTVDKSRWQQ GNVFCSVMH EALHNRYTQK SLSLSPGK

Аминокислотная последовательность четвертой полипептидной цепи триспецифичной связывающей молекулы 5T4 mAb 1/CD3 mAb 2 Low/CD8 mAb 1 представляет собой (SEQ ID NO: 110):

DVQINQSPSF LAASPGETIT INCRTSRSIS QYLAWYQEKP GKTNKLLIYS GSTLQSGIPS
 RFSGSGSGTD FTLTISGLEP EDFAMYCYCQ HNENPLTFGA GTKLELRRTV
 AAPSVFIFPP SDEQLKSGTA SVVCLLNNFY PREAKVQWKV DNALQSGNSQ
 ESVTEQDSKD STYLSSTLT LSKADYEKHK VYACEVTHQG LSSPVTKSFN RGEC

Третью триспецифичную связывающую молекулу обозначили как 5T4 mAb 1/CD3 mAb 2 Fast/CD8 mAb 1, и она состоит из четырех различных полипептидных цепей (табл. 24).

Таблица 24

Полипептидная цепь	Домены	Аффинность связывания
1	VL (5T4 mAb 1) -VH (CD3 mAb 2 Fast) -E-спираль (CH2-CH3)	Легкая цепь: 5T4 Тяжелая цепь: CD3
2	VL (CD3 mAb 2 Fast) -VH (5T4 mAb 1) -K-спираль	Легкая цепь: CD3 Тяжелая цепь: 5T4
3	Тяжелая цепь CD8 mAb 1	CD8
4	Легкая цепь CD8 mAb 1	CD8

Аминокислотная последовательность первой полипептидной цепи триспецифичной связывающей молекулы 5T4 mAb 1/CD3 mAb 2 Fast/CD8 mAb 1 представляет собой (SEQ ID NO: 111):

DIQMTQSPSS LSASVGRVT ITCRASQGIS NYLAWFQKPK GKAPKSLIYR
 ANRLQSGVPS RFSGSGSGTD FTLTISSLQP EDVATYYCLQ YDDFPWTFGQ
 GTKLEIKGGG SGGGGEVQLV ESGGLVQPG GSLRLSCAAS GFTFSTYAMN
 WVRQAPGKGL EWVGRIRSKY NNYATYYADS VKGRFTISR DSKNSLYLQM
 NSLKTEDTAV YYCVRHKNFG NSYVTWFAYW GQGLTVTVSS ASTKGEVAAC
 EKEVAALEKE VAALEKEVAA LEKGGGDKTH TCPPCAPEA AGGPSVFLFP
 PKPKDTLMIS RTPEVTCVVV DVSHEDPEVK FNWYVDGVEV HNAKTKPREE
 QYNSTYRVVS VLTVLHQDWL NGKEYKCKVS NKALPAPIEK TISKAKGQPR
 EPQVYTLPPS REEMTKNQVS LWCLVKGFYP SDIAVEWESN GPENNYKTT
 PPVLDSDGSF FLYSKLTVDK SRWQQGNVFS CSVMHEALHN HYTQKSLSLSPGK

Аминокислотная последовательность второй полипептидной цепи триспецифичной связывающей молекулы 5T4 mAb 1/CD3 mAb 2 Fast/CD8 mAb 1 представляет собой (SEQ ID NO: 112):

QAVVTQEPSL TVSPGGTVTL TCRSSTGAVT TSNYANWVQQ KPGQAPRGLI
 GGTNKRAPWT PARFSGSLLG GKAALTITGA QAEDEADYYC ALWYSNLWVF
 GGGTKLTVLG GGGSGGGGQV QLVQSGAEVK KPGASVKVSC KASGYTFTSF
 WMHWVRQAPG QGLEWMGRID PNRGGTEYNE KAKSRVTMTA DKSTSTAYME
 LSSLRSEDTA VYYCAGGNPY YPMDYWGQGT TTVTVSSASTK GKVAACKEKV
 AALKEKVAAL KEKVAALKE

Аминокислотная последовательность третьей полипептидной цепи триспецифичной связывающей молекулы 5T4 mAb 1/CD3 mAb 2 Fast/CD8 mAb 1 представляет собой (SEQ ID NO: 113):

EVQLQQSGAE LVKPGASVKL SCTASGFNIK DTYIHFVRQR PEQGLEWIGR
 IDPANDNTLY ASKFQGKATI TADTSSNTAY MHLCSLTS GD TAVYYCGRGY
 GYYVFDHWGQ GTTLTVSSAS TKGPSVFPLA PSSKSTSGGT AALGCLVKDY
 FPEPVTVSWN SGALTSGVHT FPAVLQSSGL YSLSSVVTVP SSSLGTQTYI
 CNVNHKPSNT KVDKRVEPKS CDKTHTCPPC PAPEAAGGPS VFLFPPKPKD
 TLMISRTPEV TCVVVDVSHE DPEVKFNWYV DGVEVHNAKT KPREEQYNST
 YRVVSVLTVL HQDWLNGKEY KCKVSNKALP APIEKTISKA KGQPREPQVY
 TLPPSREEMT KNQVSLSCAV KGFYPSDIAV EWESNGQPEN NYKTTTPVLD
 SDGSFFLVSK LTVDKSRWQQ GNVFSCSVMH EALHNRYTQK SLSLSPGK

Аминокислотная последовательность четвертой полипептидной цепи триспецифичной связывающей молекулы 5T4 mAb 1/CD3 mAb 2 Fast/CD8 mAb 1 представляет собой (SEQ ID NO: 114):

DVQINQSPSF LAASPGETIT INCRTSRIS QYLAWYQEKP GKTNKLLIYS GSTLQSGIPS
 RFGSGSGTD FTLTISGLEP EDFAMYQCQ HNENPLTFGA GTKLELRRTV
 AAPSVFIFPP SDEQLKSGTA SVVCLLNNFY PREAKVQWKV DNALQSGNSQ
 ESVTEQDSKD STYLSSTLT LSKADYEKHK VYACEVTHQG LSSPVTKSFN RGEK

Человеческие PBMC здоровых доноров обрабатывали, как описано выше, и инкубировали с триспецифичной связывающей молекулой 5T4 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1, триспецифичной связывающей молекулой 5T4 mAb 1/CD3 mAb 2 Low/CD8 mAb 1 и триспецифичной связывающей молекулой 5T4 mAb 1/CD3 mAb 2 Fast/CD8 mAb 1. 5T4 X CD3 DART™ (специфичности CD3 дикого типа, Low и Fast) использовали в качестве контролей. Триспецифичные связывающие молекулы 5T4 mAb 1/CD3 mAb 2 Low/CD8 mAb 1 и 5T4 mAb 1/CD3 mAb 2 Fast/CD8 mAb 1 содержат мутантные CD3-связывающие домены, которые демонстрируют измененную аффинность и кинетику связывания для CD3.

Было обнаружено, что триспецифичные связывающие молекулы проявляют более слабое связывание с CD5⁺ CD4⁺ клетками (фиг. 26A), но гораздо более сильное связывание с CD5⁺ CD4⁻ клетками (фиг. 26B) по сравнению с контролями DART™.

Фиг. 27A-27C демонстрируют влияние вариантов CD3 mAb на цитотоксичность триспецифичной связывающей молекулы 5T4 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 с использованием LDH-анализа. Аналогичные результаты были получены с использованием люциферазного анализа и с триспецифичными связывающими молекулами, содержащими B7-H3-связывающий домен вместо связывающего домена 5T4 mAb 1. Результаты демонстрируют, что триспецифичная связывающая молекула CD3 mAb 2 Low проявляет минимальную цитотоксичность, но что триспецифичная связывающая молекула CD3 mAb 2 Fast проявляет цитотоксичность с CD8⁺ Т-клетками и пан-Т-клетками в гораздо большей степени, чем с CD4⁺ Т-клетками.

Для того чтобы оценить эффекты триспецифичных связывающих молекул в отношении профилей цитокинов, PBMC от двух доноров инкубировали в присутствии возрастающих концентраций триспецифичных связывающих молекул 5T4 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1, триспецифичных связывающих молекул 5T4 mAb 1/CD3 mAb 2 Low/CD8 mAb 1 и триспецифичных связывающих молекул 5T4 mAb 1/CD3 mAb 2 Fast/CD8 mAb 1 в течение 24 ч. Были измерены уровни шести цитокинов (IFN- γ , TNF- α , IL-10, IL-6, IL-4 и IL-2). Результаты показаны на фиг. 28A-28F (донор 1) и на фиг. 29A-29F (донор 2). Результаты неожиданно продемонстрировали резкое снижение уровня цитокинов, высвобождаемых из PBMC по сравнению с DART™, которые направлены только на CD3 и не являются селективными для CD8⁺ Т-клеток.

Триспецифичная связывающая молекула 5T4 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 проявляла подобную активность в отношении DART™, 1 пМ EC₅₀ по сравнению с 1,3 пМ для DART™ с использованием пан-Т-клеток в качестве эффекторов. Активность DART™ может уже быть максимальной для обоих типов клеток, CD4⁺ и CD8⁺ Т-клеток. Триспецифичная связывающая молекула сдвигает активность к популяции CD8⁺ и от популяции CD4⁺, что выгодно с точки зрения высвобождения цитокинов, в частности IL-2 и TNF α .

Хотя триспецифичная связывающая молекула 5T4 mAb 1/CD3 mAb 2 Low/CD8 mAb 1 была способна связываться с CD4⁺ и CD8⁺ Т-клетками, ее способность перенаправлять цитолиз таких клеток или с помощью значительно снижалась по сравнению с немутантным CD3 mAb 2-связывающим доменом. С другой стороны, триспецифичная связывающая молекула 5T4 mAb 1/CD3 mAb 2 Fast/CD8 mAb 1 сохраняла CTL-активность, в частности, с CD8⁺ Т-клетками по сравнению с CD4⁺ Т-клетками (75-кратное различие в EC₅₀), по сравнению с триспецифичной связывающей молекулой 5T4 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 (7-кратное различие в EC₅₀). EC₅₀ для триспецифичной связывающей молекулы 5T4 mAb 1/CD3 mAb 2 Fast/CD8 mAb 1 было аналогично соответствующему значению триспецифичной связывающей молекулы 5T4 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 (2,8 против 1,3 пМ), но резкое различие в направленном воздействии на CD8⁺ против направленного воздействия на CD4⁺ Т-клетки практически ликвидировало

высвобождение цитокинов, что наблюдали с 5Т4 X CD3 DART™ в культурах РВМС человека.

Пример 8. Сводка данных по EC₅₀ для примерных триспецифичных связывающих молекул.

Таким образом, была сконструирована группа из 14 триспецифичных связывающих молекул (табл. 25), каждая из которых содержит два связывающих домена типа диатела (участок А и участок В) и один связывающий домен Fab-типа (сайт С).

Таблица 25

Название	Связывающий домен		
	участок А	участок В	участок С
B7-H3 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1	B7-H3	CD3	CD8
CD3 mAb 2/CD8 mAb 1/B7-H3 mAb 1	CD3	CD8	B7-H3
B7-H3 mAb 1/CD8 mAb 1/CD3 mAb 2	B7-H3	CD8	CD3
B7-H3 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1	B7-H3	CD3	CD8
5Т4 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1	5Т4	CD3	CD8
5Т4 mAb 1/CD3 mAb 2 Low/CD8 mAb 1	5Т4	CD3 Low	CD8
5Т4 mAb 1/CD3 mAb 2 Fast/CD8 mAb 1	5Т4	CD3 Fast	CD8
5Т4 mAb 2/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1	5Т4	CD3	CD8
5Т4 mAb 2/CD3 mAb 2/CD8 mAb 2	5Т4	CD3	CD8
Паливизумаб/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1	RSV	CD3	CD8
Ror1 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1	ROR1	CD3	CD8
Ror1 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 2	ROR1	CD3	CD8
HIV mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1	HIV	CD3	CD8
HIV mAb 2/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1	HIV	CD3	CD8

Данные EC₅₀ таких триспецифичных связывающих молекул суммированы в табл. 26 (клетки-мишени JMT1-LUC; соотношение эффектор:клетки-мишени 5:1). В некоторых случаях (показано как NR в табл. 26), EC₅₀ не может быть вычислено на основе данных, так как максимальное уничтожение не было достигнуто.

Таблица 26

Мишень	Связывающая Молекула	EC50 (нМ)				с DART CD4/CD8	с DART EC50 с/панТ
		CD8+	CD4+	панТ	CD4/CD8		
B7H3	B7-H3/CD3 mAb 2 DART™	0,509	1,137	0,6943	2,2	1	1
	B7-H3/CD8 mAb 1 DART™	NR	NR	NR	—	—	—
	B7-H3 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 триспецифичная связывающая молекула	0,0054	0,0721	0,0082	13,3	5,9	85,1
	B7-H3 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 2 Триспецифичная связывающая молекула	0,0051	0,3138	0,0058	61,5	27,5	119,7
	CD3 mAb 2/CD8 mAb 2/B7-H3 mAb 1 Триспецифичная связывающая молекула	0,0053	0,1055	0,0113	19,8	8,9	61,4
	B7-H3 mAb 1/CD8 mAb 2/CD3 mAb 2 Триспецифичная связывающая молекула	0,4125	1,1030	0,5347	2,7	1,2	1,3
	5Т4	5Т4 mAb 1/CD3 mAb 2 DART™	0,0012	0,0013	0,0013	1,1	1,0
5Т4	5Т4 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 Триспецифичная связывающая молекула	0,0007	0,0045	0,0009	6,8	6,4	1,5
5Т4	5Т4 mAb 1/CD3 mAb 2 Low/CD8 mAb 1 Триспецифичная связывающая молекула	NR	NR	NR	—	—	—
5Т4	5Т4 mAb 1/CD3 mAb 2 Fast/CD8	0,0021	0,1598	0,0028	74,7	70,6	0,5

	mAb 1 Триспецифичная связывающая молекула						
	5T4 mAb 2/CD3 mAb 2 DART™	0,0362	0,0561	0,0449	1,6	1,0	1,0
	5T4 mAb 2/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 Триспецифичная связывающая молекула	0,0013	0,0435	0,0020	32,7	21,1	22,1
	5T4 mAb 2/CD3 mAb 2/CD8 mAb 2 Триспецифичная связывающая молекула	0,0015	0,0336	0,0018	23,2	14,9	25,0
RSV	Паливизумаб /CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 Триспецифичная связывающая молекула	NR	NR	NR	—	—	—
ROR1	ROR1/CD3 mAb 2 DART™	0,7761	0,2911	0,7643	0,4	1,0	1,0
	ROR1 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 1 Триспецифичная связывающая молекула	0,0017	0,095	0,0053	55,9	149,0	144,2
	ROR1 mAb 1/CD3 mAb 2/CD8 mAb 2 Триспецифичная связывающая молекула	0,0021	0,2767	0,0057	131,8	351,3	134,1

Все публикации и патенты, упомянутые в данном описании, включены ссылкой в той же степени, как если бы каждая отдельная публикация или патентная заявка была конкретно и отдельно указана для включения ссылкой в полном объеме. В то время как изобретение было описано в связи с его конкретными воплощениями, следует понимать, что возможны дополнительные модификации, и подразумевается, что данная заявка охватывает любые вариации, применения или адаптации изобретения, следующие, в целом, принципам изобретения и включающие такие отклонения от настоящего описания, которые соответствуют известной или обычной практике в данной области, к которой относится изобретение, и которые могут быть применены к существенным признакам, описанным выше в данном документе.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Триспецифичная связывающая молекула, способная иммуноспецифично связывать три различных эпитопа, включающая:

(I) четыре различные полипептидные цепи, ковалентно связанные вместе в виде комплекса;

(II) антигенсвязывающий домен I, который способен иммуноспецифично связываться с эпитопом I, присутствующем на первом антигене, и антигенсвязывающий домен II, который способен иммуноспецифично связываться с эпитопом II на втором антигене;

(III) антигенсвязывающий домен III, который способен иммуноспецифично связываться с эпитопом III на третьем антигене; и

(IV) Fc-домен, где

(A) первая полипептидная цепь содержит по направлению от N-конца к C-концу

(VL_I домен)-(линкер 1)-(VH_{II} домен)-(линкер 2)-(домен, стимулирующий гетеродимеризацию)-(линкер 3)-(CH2-CH3-домен); или

(CH2-CH3-домен)-(линкер 4)-(VL_I домен)-(линкер 1)-(VH_{II} домен)-(линкер 2)-(домен, стимулирующий гетеродимеризацию); или

(цистеинсодержащий домен)-(CH2-CH3-домен)-(линкер 4)-(VL_I домен)-(линкер 1)-(VH_{II} домен)-(линкер 2)-(домен, стимулирующий гетеродимеризацию);

(B) вторая полипептидная цепь содержит по направлению от N-конца к C-концу

(VL_{II} домен)-(линкер 1)-(VH_I домен)-(линкер 2)-(домен, стимулирующий гетеродимеризацию);

(C) третья полипептидная цепь, которая включает по направлению от N-конца к C-концу

(VH_{III} домен)-(цистеинсодержащий домен)-(CH2-CH3-домен);

(D) четвертая полипептидная цепь, которая включает по направлению от N-конца к C-концу

(VL_{III} домен)-(цистеинсодержащий домен);

(E) VL_I домен представляет собой варибельный домен легкой цепи иммуноглобулина, способный связывать эпитоп I, VH_I домен представляет собой варибельный домен тяжелой цепи иммуноглобулина, способный связывать эпитоп I, VL_{II} домен представляет собой варибельный домен легкой цепи имму-

ноглобулина, способный связывать эпитоп II, VH_{II} домен представляет собой переменный домен тяжелой цепи иммуноглобулина, способный связывать эпитоп II, VL_{III} домен представляет собой переменный домен легкой цепи иммуноглобулина, способный связывать эпитоп III, и VH_{III} домен представляет собой переменный домен тяжелой цепи иммуноглобулина, способный связывать эпитоп III;

(F) VL_I домен и VH_I домен ассоциируются с образованием антигенсвязывающего домена I, VL_{II} домен и VH_{II} домен ассоциируются с образованием антигенсвязывающего домена II, VL_{III} домен и VH_{III} домен ассоциируются с образованием антигенсвязывающего домена III, и $CH2-CH3$ -домен первой полипептидной цепи и $CH2-CH3$ -домен третьей полипептидной цепи ассоциируются с образованием Fc-домена; и

(G) первый, второй и третий антигены являются одинаковым антигеном или независимо одинаковы или отличны от других антигенов.

2. Триспецифичная связывающая молекула по п.1, в которой цистеинсодержащая полипептидная цепь выбирается из $CH1$ -домена и/или шарнирного домена и цистеинсодержащий домен четвертой полипептидной цепи представляет собой CL-домен.

3. Триспецифичная связывающая молекула, способная иммуноспецифически связывать три различных эпитопа, включающая:

(I) три различные полипептидные цепи, ковалентно связанные вместе в виде комплекса;

(II) антигенсвязывающий домен I, который способен иммуноспецифически связываться с эпитопом I, присутствующим на первом антигене, и антигенсвязывающий домен II, который способен иммуноспецифически связываться с эпитопом II на втором антигене;

(III) антигенсвязывающий домен III, который способен иммуноспецифически связываться с эпитопом III на третьем антигене; и

(IV) Fc-домен, где

(A) первая полипептидная цепь содержит по направлению от N-конца к C-концу

(VL_I домен)-(линкер 1)-(VH_{II} домен)-(линкер 2)-(домен, стимулирующий гетеродимеризацию)-(линкер 3)-($CH2-CH3$ -домен); или

($CH2-CH3$ -домен)-(линкер 4)-(VL_I домен)-(линкер 1)-(VH_{II} домен)-(линкер 2)-(домен, стимулирующий гетеродимеризацию); или

(цистеинсодержащий домен)-($CH2-CH3$ -домен)-(линкер 4)-(VL_I домен)-(линкер 1)-(VH_{II} домен)-(линкер 2)-(домен, стимулирующий гетеродимеризацию);

(B) вторая полипептидная цепь содержит по направлению от N-конца к C-концу

(VL_{II} домен)-(линкер 1)-(VH_I домен)-(линкер 2)-(домен, стимулирующий гетеродимеризацию);

(C) третья полипептидная цепь, которая включает по направлению от N-конца к C-концу

(VL_{III} домен)-(гибкий линкер)-(VH_{III} домен)-(цистеинсодержащий домен)-($CH2-CH3$ -домен); или

(цистеинсодержащий домен 1)-(VL_{III} домен)-(гибкий линкер)-(VH_{III} домен)-(цистеинсодержащий домен 2)-(цистеинсодержащий домен)-($CH2-CH3$ -домен);

(D) VL_I домен представляет собой переменный домен легкой цепи иммуноглобулина, способного связывать эпитоп I, VH_I домен представляет собой переменный домен тяжелой цепи иммуноглобулина, способного связывать эпитоп I, VL_{II} домен представляет собой переменный домен легкой цепи иммуноглобулина, способного связывать эпитоп II, VH_{II} домен представляет собой переменный домен тяжелой цепи иммуноглобулина, способного связывать эпитоп II, VL_{III} домен представляет собой переменный домен легкой цепи иммуноглобулина, способного связывать эпитоп III, и VH_{III} домен представляет собой переменный домен тяжелой цепи иммуноглобулина, способного связывать эпитоп III;

(E) VL_I домен и VH_I домен ассоциируются с образованием антигенсвязывающего домена I, VL_{II} домен и VH_{II} домен ассоциируются с образованием антигенсвязывающего домена II, VL_{III} домен и VH_{III} домен ассоциируются с образованием антигенсвязывающего домена III, и $CH2-CH3$ -домен первой полипептидной цепи и $CH2-CH3$ -домен третьей полипептидной цепи ассоциируются с образованием Fc-домена; и

(F) первый, второй и третий антигены являются одинаковым антигеном или независимо одинаковы или отличны от других антигенов.

4. Триспецифичная связывающая молекула по п.3, в которой цистеинсодержащий домен 1 третьей полипептидной цепи представляет собой CL-домен и цистеинсодержащий домен 2 третьей полипептидной цепи выбирают из $CH1$ -домена и/или шарнирного домена.

5. Триспецифичная связывающая молекула, способная иммуноспецифически связывать три различных эпитопа, включающая:

(I) четыре различные полипептидные цепи, ковалентно связанные вместе в виде комплекса;

(II) антигенсвязывающий домен I, который способен иммуноспецифически связываться с эпитопом I, присутствующим на первом антигене, и антигенсвязывающий домен II, который способен иммуноспецифически связываться с эпитопом II на втором антигене;

(III) связывающий домен рецепторного типа и

(IV) Fc-домен, где

(A) первая полипептидная цепь содержит по направлению от N-конца к C-концу

(VL_I домен)-(линкер 1)-(VH_{II} домен)-(линкер 2)-(домен, стимулирующий гетеродимеризацию)-(линкер 3)-(CH2-CH3-домен); или

(CH2-CH3-домен)-(линкер 4)-(VL_I домен)-(линкер 1)-(VH_{II} домен)-(линкер 2)-(домен, стимулирующий гетеродимеризацию); или

(CH2-CH3-домен)-(линкер 4)-(VL_I домен)-(линкер 1)-(VH_{II} домен)-(линкер 2)-(домен, стимулирующий гетеродимеризацию); или

(В) вторая полипептидная цепь содержит по направлению от N-конца к С-концу

(VL_{II} домен)-(линкер 1)-(VH_I домен)-(линкер 2)-(домен, стимулирующий гетеродимеризацию);

(С) третья полипептидная цепь, которая включает по направлению от N-конца к С-концу

(первый полипептид связывающего домена рецепторного типа)-(цистеинсодержащий домен)-(CH2-CH3-домен);

(D) четвертая цепь включает по направлению от N-конца к С-концу

(второй полипептид связывающего домена рецепторного типа)-(цистеинсодержащий домен);

(Е) VL_I домен представляет собой переменный домен легкой цепи иммуноглобулина, способного связывать эпитоп I, VH_I домен представляет собой переменный домен тяжелой цепи иммуноглобулина, способного связывать эпитоп I, VL_{II} домен представляет собой переменный домен легкой цепи иммуноглобулина, способного связывать эпитоп II, VH_{II} домен представляет собой переменный домен тяжелой цепи иммуноглобулина, способного связывать эпитоп II, VL_{III} домен представляет собой переменный домен легкой цепи иммуноглобулина, способного связывать эпитоп III, и VH_{III} домен представляет собой переменный домен тяжелой цепи иммуноглобулина, способного связывать эпитоп III;

(F) VL_I домен и VH_I домен ассоциируются с образованием антигенсвязывающего домена I, VL_{II} домен и VH_{II} домен ассоциируются с образованием антигенсвязывающего домена II, VL_{III} домен и VH_{III} домен ассоциируются с образованием антигенсвязывающего домена III, и CH2-CH3-домен первой полипептидной цепи и CH2-CH3-домен третьей полипептидной цепи ассоциируются с образованием Fc-домена; и

(G) первый, второй и третий антигены являются одинаковым антигеном или независимо одинаковы или отличны от других антигенов.

6. Триспецифичная связывающая молекула по любому из пп. 1, 2 и 5, в которой (i) первая полипептидная цепь и вторая полипептидная цепь ковалентно связаны друг с другом; (ii) первая полипептидная цепь и третья полипептидная цепь ковалентно связаны друг с другом; и (iii) третья полипептидная цепь и четвертая полипептидная цепь ковалентно связаны друг с другом.

7. Триспецифичная связывающая молекула по любому из пп. 1-6, в которой линкер 2 включает остаток цистеина, или домен, стимулирующий гетеродимеризацию, включает остаток цистеина, или линкер 2 включает остаток цистеина и домен, стимулирующий гетеродимеризацию, включает остаток цистеина.

8. Триспецифичная связывающая молекула по любому из пп. 1-7, в которой CH2-CH3-домен первой полипептидной цепи представляет собой несущий выпуклость CH2-CH3-домен и CH2-CH3-домен третьей полипептидной цепи представляет собой CH2-CH3-домен, несущий углубление; или CH2-CH3-домен третьей полипептидной цепи представляет собой несущий выпуклость CH2-CH3-домен и CH2-CH3-домен первой полипептидной цепи представляет собой CH2-CH3-домен, несущий углубление.

9. Триспецифичная связывающая молекула по любому из пп. 1-8, в которой CH2-CH3-домен первой полипептидной цепи и третьей полипептидной цепи содержат по меньшей мере одну аминокислотную замену по отношению к последовательности SEQ ID NO: 6 таким образом, что Fc-домен, образованный при их объединении, демонстрирует видоизмененную FcγR-опосредованную эффекторную функцию.

10. Триспецифичная связывающая молекула по любому из пп. 1-9, в которой домен, содействующий гетеродимеризации, на первой полипептидной цепи является E-спиральным доменом, а домен, содействующий гетеродимеризации, на второй полипептидной цепи является K-спиральным доменом; или

домен, содействующий гетеродимеризации, на первой полипептидной цепи является K-спиральным доменом, а домен, содействующий гетеродимеризации, на второй полипептидной цепи является E-спиральным доменом.

11. Триспецифичная связывающая молекула по любому из пп. 1-10, в которой

линкер 1 включает последовательность SEQ ID NO: 1;

линкер 2 включает последовательность SEQ ID NO: 2 или 131;

домен, стимулирующий гетеродимеризацию, включает последовательность SEQ ID NO: 3, 4, 115 или 116;

линкер 3 включает последовательность SEQ ID NO: 5 или GGG;

линкер 4 включает последовательность SEQ ID NO: 15, 16, 131 или 132 или GGG;

CH2-CH3-домен включает последовательность SEQ ID NO: 7 или 8;

CH1-шарнирный домен включает последовательность SEQ ID NO: 9 или 10;

цистеинсодержащий домен включает последовательность SEQ ID NO: 2, 5, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 127, 128, 129, 130 или 133; или

комбинацию вышеуказанного.

12. Триспецифичная связывающая молекула по п.11, в которой домен, стимулирующий гетеродимеризацию, из SEQ ID NO: 115 или 116 присутствует, когда линкер 2 содержит последовательность SEQ ID NO: 131, или домен, стимулирующий гетеродимеризацию, из SEQ ID NO: 3, 4, 115 или 116 присутствует, когда линкер 2 содержит последовательность SEQ ID NO: 2.

13. Триспецифичная связывающая молекула по любому из пп.1-12, в которой один из эпитопа I, эпитопа II или эпитопа III представляет собой эпитоп эффекторной клетки, выбранный из числа CD2, CD3, CD16, CD19, CD20, CD22, CD32B, CD64, В-клеточного рецептора (BCR), Т-клеточного рецептора (TCR) или NKG2D-рецептора; или CD8; или антигена, ассоциированного с заболеванием.

14. Триспецифичная связывающая молекула по любому из пп.1-13, в которой

(А) эпитоп I, эпитоп II и эпитоп III представляют собой, соответственно, эпитоп CD3, эпитоп CD8 и эпитоп антигена, ассоциированного с заболеванием;

(В) эпитоп I, эпитоп II и эпитоп III представляют собой, соответственно, эпитоп CD3, эпитоп антигена, ассоциированного с заболеванием, и эпитоп CD8;

(С) эпитоп I, эпитоп II и эпитоп III представляют собой, соответственно, эпитоп CD8, эпитоп CD3 и эпитоп антигена, ассоциированного с заболеванием;

(D) эпитоп I, эпитоп II и эпитоп III представляют собой, соответственно, эпитоп CD8, эпитоп антигена, ассоциированного с заболеванием, и эпитоп CD3;

(Е) эпитоп I, эпитоп II и эпитоп III представляют собой, соответственно, эпитоп антигена, ассоциированного с заболеванием, эпитоп CD3 и эпитоп CD8; или

(F) эпитоп I, эпитоп II и эпитоп III представляют собой, соответственно, эпитоп антигена, ассоциированного с заболеванием, эпитоп CD8 и эпитоп CD3.

15. Триспецифичная связывающая молекула по п.13 или 14, в которой один из эпитопа I, эпитопа II или эпитопа III представляет собой эпитоп CD3 и антигенсвязывающий домен, который способен иммуноспецифически связывать эпитоп CD3, включает шесть CDR SEQ ID NO: 17 и 18; 19 и 20; 21 и 22; 23 и 25; 22 и 25; 26 и 27; 26 и 28 или 101 и 102; или содержит одну или более SEQ ID NO: 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 101 и 102.

16. Триспецифичная связывающая молекула по любому из пп.13-15, в которой один из эпитопа I, эпитопа II или эпитопа III представляет собой эпитоп CD8 и антигенсвязывающий домен, который способен иммуноспецифически связывать эпитоп CD8, включает шесть CDR SEQ ID NO: 29 и 30; или 31 и 32; или включает одну или несколько из числа SEQ ID NO: 29, 30, 31 и 32.

17. Триспецифичная связывающая молекула по любому из пп.13-16, в которой ассоциированный с заболеванием антиген представляет собой антиген злокачественной опухоли, который расположен на поверхности клетки злокачественной опухоли.

18. Триспецифичная связывающая молекула по п.17, в которой антиген представляет собой антиген 19.9 рака толстой кишки; антиген муцина 4.2 рака желудка; антиген А33 колоректального рака А33; ADAM-9; онкофетальный АРР антиген- α -фетопротеин; ALCAM; B7-H3; BAGE; β -катенин; CA125; карбоксипептидазу М; В1; CD5; CD19; CD20; CD22; CD23; CD25; CD27; CD28; CD30; CD33; CD36; CD40/CD154; CD45; CD56; CD46; CD52; CD79a/CD79b; CD103; CD317; CDK4; CEA карциноэмбриональный антиген; CEACAM5 и CEACAM6; СО-43 (группа крови Leb) и СО-514 (группа крови Lea); CTLA-1 и CTLA-4; цитокератин 8; DR5; E1 серии (группа крови В); рецептор эпидермального фактора роста EGF-R; рецепторы эфрина (и в частности, EphA2); Erb (ErbB1; ErbB3; ErbB4); антиген аденокарциномы легкого F3; антиген FC10.2; GAGE (GAGE-1; GAGE-2); GD2/GD3/GD49/GM2/GM3; GICA 19-9; gp37 (Т-клеточный антиген лейкоза человека); gp75 (антиген меланомы); gp100; HER-2/neu; антиген CD20 В-клеточной лимфомы человека; антиген жировых глобул человеческого молока; вирус папилломы человека-Е6/вирус папилломы человека-Е7; HMW-MAA (антиген меланомы высокой молекулярной массы); I антиген (дифференцировочный антиген); I(Ma), обнаруженный при аденокарциномах желудка; интегрин α -V- β -6, интегрин β 6 (ITGB6); рецептор α 2 интерлейкина-13 (IL13R α 2); JAM-3; KID3; KID31; антиген KS 1/4 пан-карциномы; KSA (17-1A); антигены L6 и L20 карциномы легкого человека; LEA; LUCA-2; M1:22:25:8, M18, M39; MAGE (MAGE-1; MAGE-3); MART; My1, MUC-1; MUM-1; N-ацетилглюкозаминилтрансферазу; неогликопротеин; NS-10; OFA-1 и OFA-2; онкостатин М (рецептор онкостатина β); p15; PSA (простат-специфический антиген); PSMA; PEMA (антиген полиморфного эпителиального муцина); PIPA; фосфат простатической кислоты; R24; ROR1; SSEA-1, SSEA-3 и SSEA-4; sTn; пептид, выделенный из Т-клеточного рецептора; T₅A₇; тканевые антигены 37; TAG-72; TL5 (группа крови А); TNF-рецептор (TNF- α рецептор, TNF- β рецептор или TNF- γ рецептор); TRA-1-85 (группа крови Н); рецептор трансферрина; TSTA опухолеспецифичный трансплантационный антиген; VEGF-R, Y-гаптен, Le^y или 5T4.

19. Триспецифичная связывающая молекула по п.18, в которой один из эпитопа I, эпитопа II или эпитопа III представляет собой эпитоп B7-H3, А33, 5T4 или ROR1 и антигенсвязывающий домен, который способен иммуноспецифически связывать эпитоп B7-H3, А33, 5T4 или ROR1, включает шесть CDR

SEQ ID NO: 39 и 40; 41 и 42; 43 и 44; 45 и 46; 47 и 48; 49 и 50; 51 и 52; 53 и 54; 55 и 56 или 57 и 58; или включает одну или несколько из числа SEQ ID NO: 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57 и 58.

20. Триспецифичная связывающая молекула по любому из пп.13-16, отличающаяся тем, что ассоциированный с заболеванием антиген представляет собой антиген патогена, который расположен на поверхности патогена или инфицированной патогеном клетки.

21. Триспецифичная связывающая молекула по п.8, в которой патоген представляет собой вирус, и/или патоген представляет собой вирус иммунодефицита человека (HIV) или респираторный синцитиальный вирус (RSV), и/или антиген патогена представляет собой HIV gp41, HIV gp120 или RSV гликопротеин F.

22. Триспецифичная связывающая молекула по п.21, в которой один из числа эпитопа I, эпитопа II или эпитопа III представляет собой эпитоп HIV gp41, HIV gp120 или RSV гликопротеина F и антигенсвязывающий домен, который способен иммуноспецифически связывать эпитоп HIV gp41, HIV gp120 или RSV гликопротеина F, включает шесть CDR SEQ ID NO: 33 и 34; 35 и 36 или 37 и 38; или включает одну или несколько из числа SEQ ID NO: 33, 34, 35, 36, 37 и 38.

23. Триспецифичная связывающая молекула по любому из пп.20-22, в которой эпитоп I представляет собой эпитоп HTV, эпитоп II представляет собой эпитоп CD3 и эпитоп III представляет собой эпитоп CD8, или эпитоп I представляет собой эпитоп CD3, эпитоп II представляет собой эпитоп HTV, эпитоп III представляет собой эпитоп CD8.

24. Триспецифичная связывающая молекула, включающая четыре полипептидные цепи, в которой

(A) первая полипептидная цепь, которая включает по направлению от N-конца к C-концу

(1) вариабельный домен легкой цепи иммуноглобулина, способный связываться с эпитопом антигена 5T4 (VL_I);

(2) вариабельный домен тяжелой цепи иммуноглобулина, способный связываться с эпитопом антигена CD3 (VH_{II});

(3) первый цистеинсодержащий домен;

(4) домен, стимулирующий гетеродимеризацию;

(5) второй цистеинсодержащий домен и

(6) CH2 и CH3-домены IgG;

(B) вторая полипептидная цепь, которая включает по направлению от N-конца к C-концу

(1) вариабельный домен легкой цепи иммуноглобулина, способный связываться с эпитопом антигена CD3 (VL_{II});

(2) вариабельный домен тяжелой цепи иммуноглобулина, способный связываться с эпитопом антигена 5T4 (VH_I);

(3) цистеинсодержащий домен и

(4) домен, стимулирующий гетеродимеризацию, где домен, стимулирующий гетеродимеризацию, второй полипептидной цепи комплементарен домену, стимулирующему гетеродимеризацию, первой полипептидной цепи;

(C) третья полипептидная цепь включает по направлению от N-конца к C-концу

(1) вариабельный домен тяжелой цепи иммуноглобулина, способный связываться с эпитопом антигена CD8 (VH_{III});

(2) CH1-домен;

(3) CH2-CH3-домен IgG; и

(D) четвертая полипептидная цепь включает по направлению от N-конца к C-концу

(1) вариабельный домен легкой цепи иммуноглобулина, способный связываться с эпитопом антигена CD8 (VL_{III}); и

(2) цистеинсодержащий константный домен легкой цепи (CL); где

(i) VL_I и VH_I домены ассоциируются с образованием домена, способного связывать эпитоп 5T4-антигена;

(ii) VL_{II} и VH_{II} домены ассоциируются с образованием домена, способного связывать эпитоп CD3-антигена;

(iii) VL_{III} и VH_{III} домены ассоциируются с образованием домена, способного связывать эпитоп CD8-антигена;

(iv) CH2-CH3-домен первой полипептидной цепи и CH2-CH3-домен третьей полипептидной цепи ассоциируются с образованием Fc-домена;

(v) первая и вторая полипептидные цепи ковалентно связаны друг с другом;

(vi) первая и третья полипептидные цепи ковалентно связаны друг с другом;

(vii) третья и четвертая полипептидные цепи ковалентно связаны друг с другом.

25. Триспецифичная связывающая молекула по п.24, в которой

VL_I включает CDR_{L1}, имеющий последовательность RASQGISNYLA, CDR_{L2}, имеющий последовательность RANRLQS, и CDR_{L3}, имеющий последовательность LQYDDFPWT; и

VH_I включает CDR_{H1}, имеющий последовательность GYTFTSFWMH, CDR_{H2}, имеющий последо-

вательность RIDPNRGGTEYNEKAKS, и CDR_{H3}, имеющий последовательность GNPYYPMDY.

26. Триспецифичная связывающая молекула по п.24 или 25, в которой

VL_I включает последовательность SEQ ID NO: 47 и VH_I включает последовательность SEQ ID NO: 48;

VL_{II} включает последовательность SEQ ID NO: 26 и VH_{II} включает последовательность SEQ ID NO: 27 или 28;

VL_{III} включает последовательность SEQ ID NO: 29 и VH_{III} включает последовательность SEQ ID NO: 30;

VL_{III} включает последовательность SEQ ID NO: 31 и VH_{III} включает последовательность SEQ ID NO: 32;

или комбинацию вышеуказанного.

27. Триспецифичная связывающая молекула по любому из пп.24-26, отличающаяся тем, что первый цистеинсодержащий домен первой полипептидной цепи включает последовательность SEQ ID NO: 2, а домен, стимулирующий гетеродимеризацию, первой полипептидной цепи включает последовательность SEQ ID NO: 3;

первый цистеинсодержащий домен второй полипептидной цепи включает последовательность SEQ ID NO: 2, а домен, стимулирующий гетеродимеризацию, первой полипептидной цепи включает последовательность SEQ ID NO: 4;

CH1-домен третьей полипептидной цепи включает последовательность SEQ ID NO: 9;

CL-домен четвертой полипептидной цепи включает последовательность SEQ ID NO: 13;

CH2- и CH3-домены первой полипептидной цепи и третьей полипептидной цепи отличаются друг от друга, и каждый имеет аминокислотную последовательность SEQ ID NO: 7 или SEQ ID NO: 8;

или комбинацию вышеуказанного.

28. Триспецифичная связывающая молекула по любому из пп.24-27, в которой

первая полипептидная цепь включает последовательность SEQ ID NO: 103;

вторая полипептидная цепь включает последовательность SEQ ID NO: 104;

третья полипептидная цепь включает последовательность SEQ ID NO: 105;

четвертая полипептидная цепь включает последовательность SEQ ID NO: 106.

29. Триспецифическая связывающая молекула по п.15, включающая:

(A) переменный домен легкой цепи, включающий CDR_{L1}, имеющий последовательность RSST-GAVTTSNYAN, CDR_{L2}, имеющий последовательность ALWYSNLWV; и

(B) переменный домен тяжелой цепи, включающий CDR_{H1}, имеющий последовательность GFTF-STYAMN, CDR_{H2}, имеющий последовательность RIRSKYNNYATYYADSVKG, и CDR_{H3}, имеющий последовательность HKNFGNSYVTFWFAY.

30. Триспецифическая связывающая молекула по п.29, в которой переменный домен легкой цепи включает последовательность SEQ ID NO: 101, а переменный домен тяжелой цепи включает последовательность SEQ ID NO: 102.

31. Триспецифическая связывающая молекула по п.19, включающая:

(A) переменный домен легкой цепи, включающий CDR_{L1}, имеющий последовательность RASQGISNYLA, CDR_{L2}, имеющий последовательность RANRLQS, и CDR_{L3}, имеющий последовательность LQYDDFPWT; или CDR_{L1}, имеющий последовательность RSSQSIVYSNGNTYLE, CDR_{L2}, имеющий последовательность KVSNRFS, и CDR_{L3}, имеющий последовательность FQGSHPVFT; и

(B) переменный домен легкой цепи, включающий CDR_{L1}, имеющий последовательность GYTFTSFWMH, CDR_{L2}, имеющий последовательность RIDPNRGGTEYNEKAKS, и CDR_{L3}, имеющий последовательность GNPYYPMDY; или CDR_{L1}, имеющий последовательность GYTFTSYWIT, CDR_{L2}, имеющий последовательность DIYPGSGRANYNEKFKS, и CDR_{L3}, имеющий последовательность YGPLFTTVVDPNSYAMDY.

32. Триспецифическая связывающая молекула п.31, в которой переменный домен легкой цепи включает последовательность SEQ ID NO: 47; переменный домен тяжелой цепи включает последовательность SEQ ID NO: 48; переменный домен легкой цепи включает последовательность SEQ ID NO: 49 и переменный домен тяжелой цепи включает последовательность SEQ ID NO: 50.

33. Триспецифическая связывающая молекула по п.19, включающая:

(A) переменный домен легкой цепи, включающий CDR_{L1}, имеющий последовательность SEQ ID NO: 117, CDR_{L2}, имеющий последовательность SEQ ID NO: 118, и CDR_{L3}, имеющий последовательность SEQ ID NO: 119; и

(B) переменный домен тяжелой цепи, включающий CDR_{H1}, имеющий последовательность SEQ ID NO: 120, CDR_{H2}, имеющий последовательность SEQ ID NO: 121, и CDR_{H3}, имеющий последовательность SEQ ID NO: 122.

34. Триспецифическая связывающая молекула по п.33, в которой переменный домен легкой цепи включает последовательность SEQ ID NO: 51 и переменный домен тяжелой цепи включает последовательность SEQ ID NO: 52.

35. Композиция нуклеиновой кислоты для лечения злокачественной опухоли или патогенной ин-

фекции, включающая полинуклеотиды, которые кодируют полипептидные цепи триспецифичной молекулы по любому из пп.1-34.

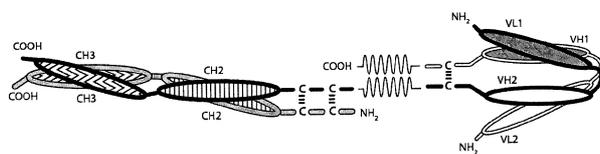
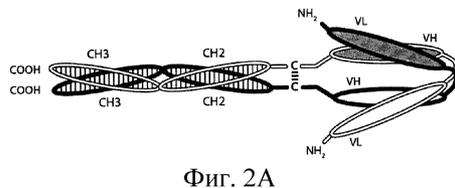
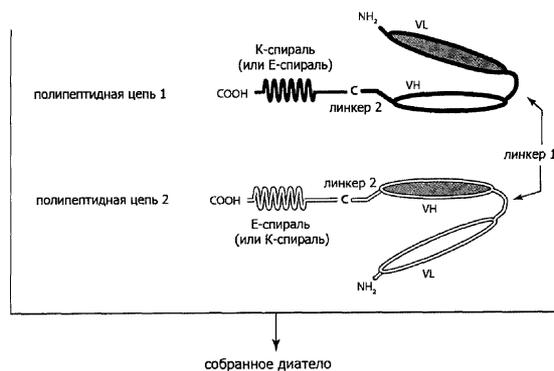
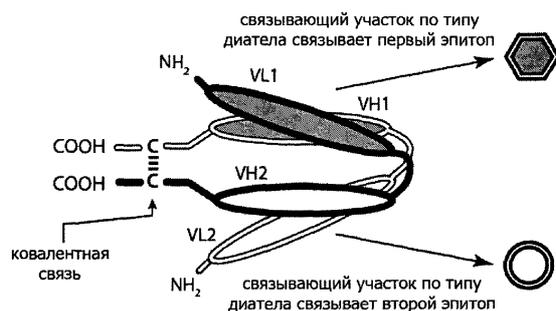
36. Фармацевтическая композиция для лечения злокачественной опухоли или патогенной инфекции, включающая триспецифичную связывающую молекулу по любому из пп.1-34 и и фармацевтически приемлемый носитель, вспомогательное вещество или разбавитель.

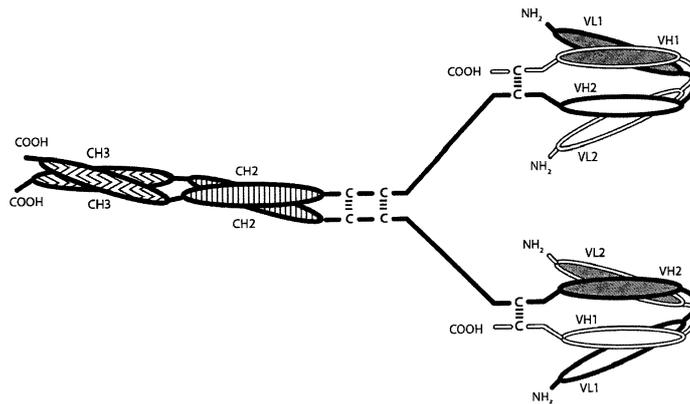
37. Применение триспецифичной связывающей молекулы по любому из пп.1-34 в качестве медикамента для лечения злокачественной опухоли или патогенной инфекции.

38. Применение композиции по п.36 в качестве медикамента для лечения злокачественной опухоли или патогенной инфекции.

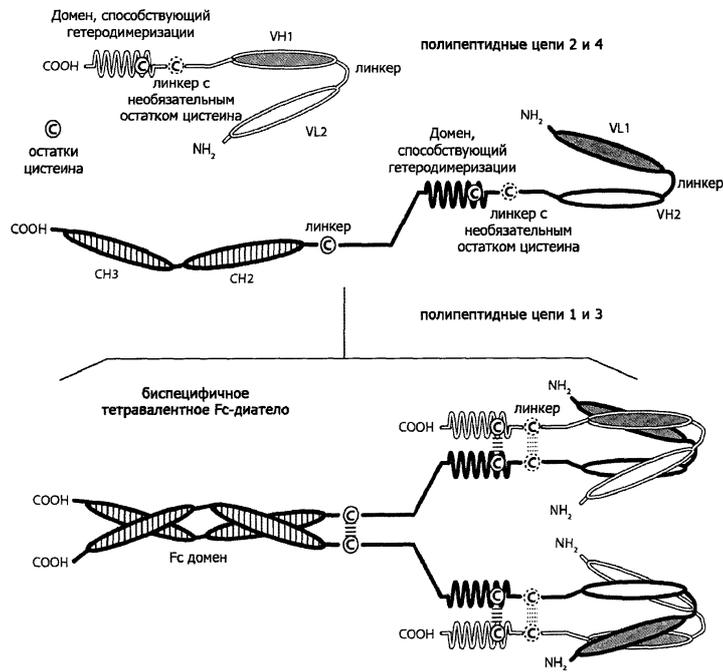
39. Применение триспецифичной связывающей молекулы по любому из пп.1-34 для изготовления медикамента для лечения злокачественной опухоли или патогенной инфекции.

40. Применение композиции по п.36 для изготовления медикамента для лечения злокачественной опухоли или патогенной инфекции.

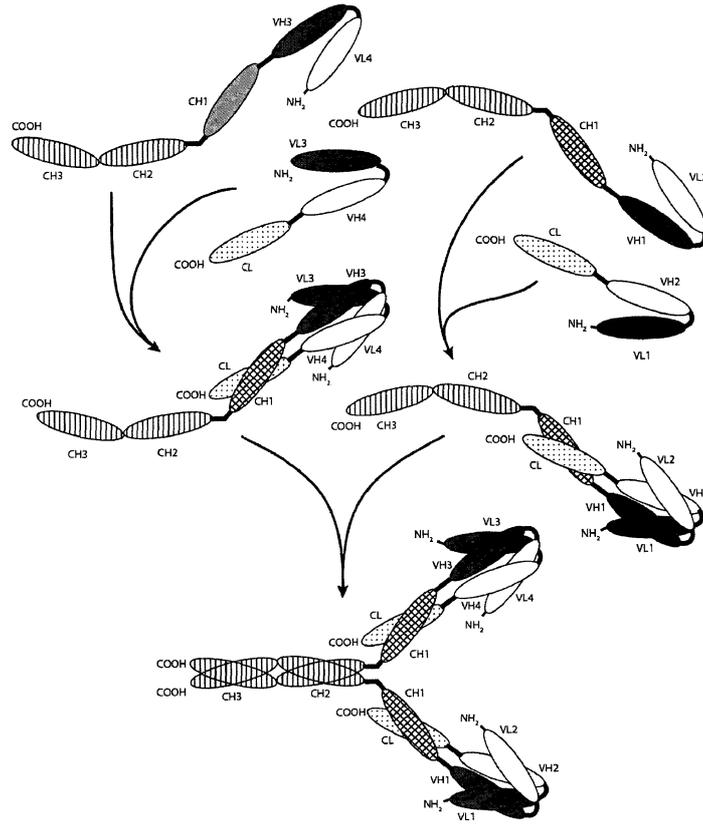




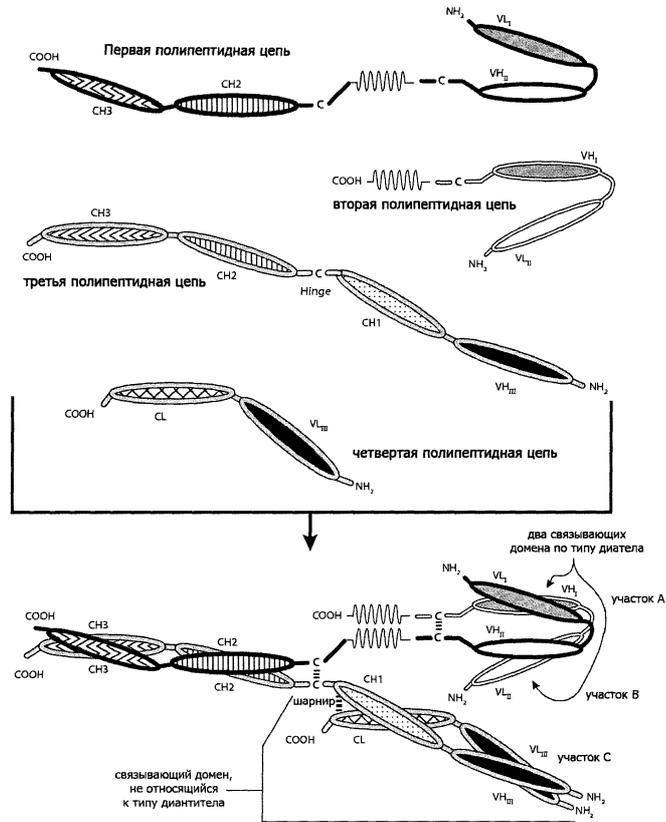
Фиг. 3А



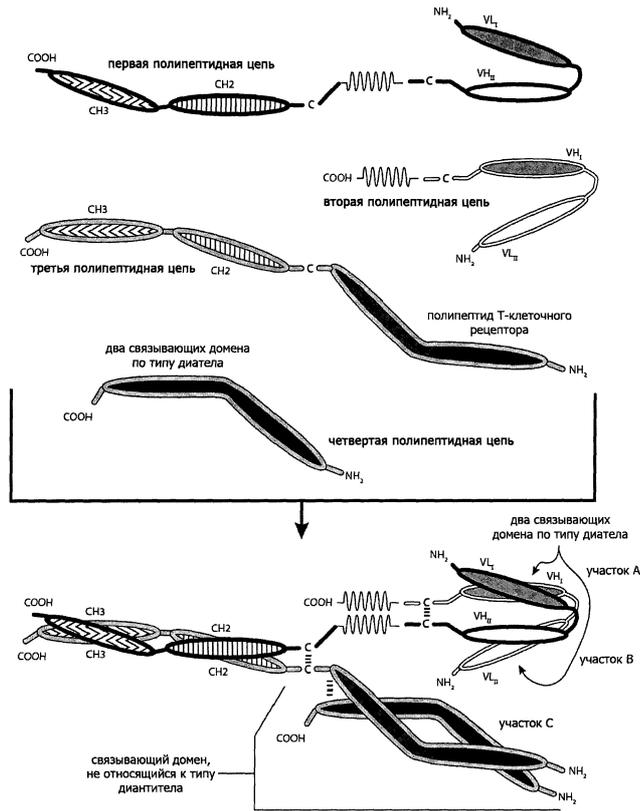
Фиг. 3В



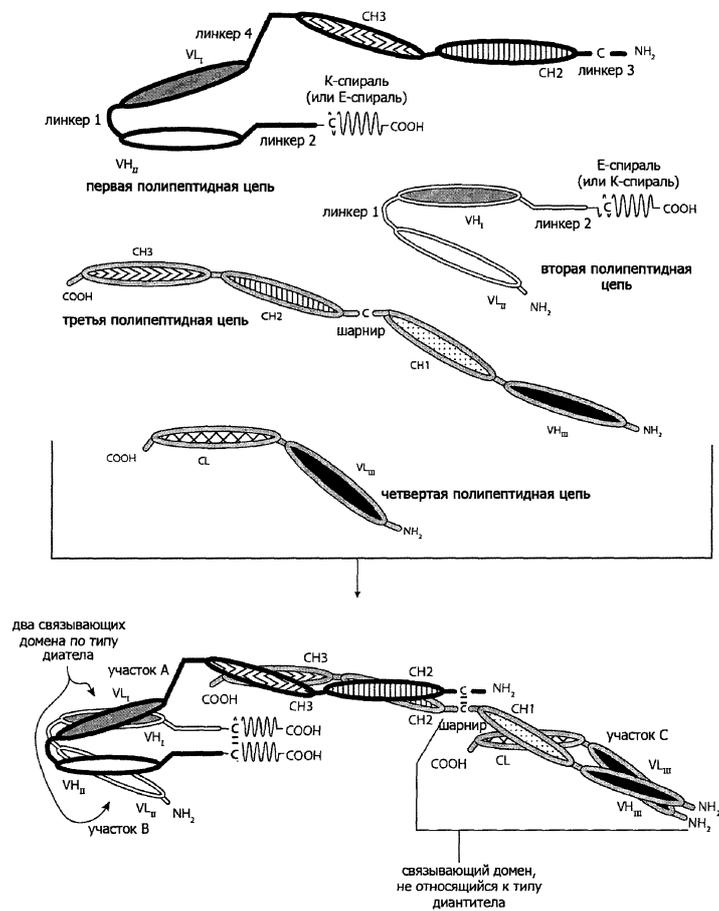
Фиг. 3С



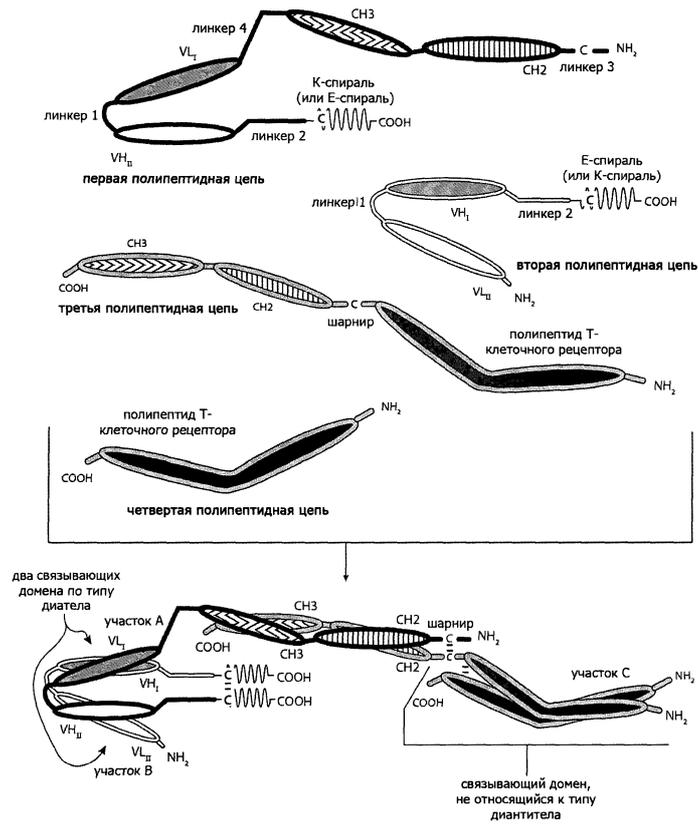
Фиг. 4А



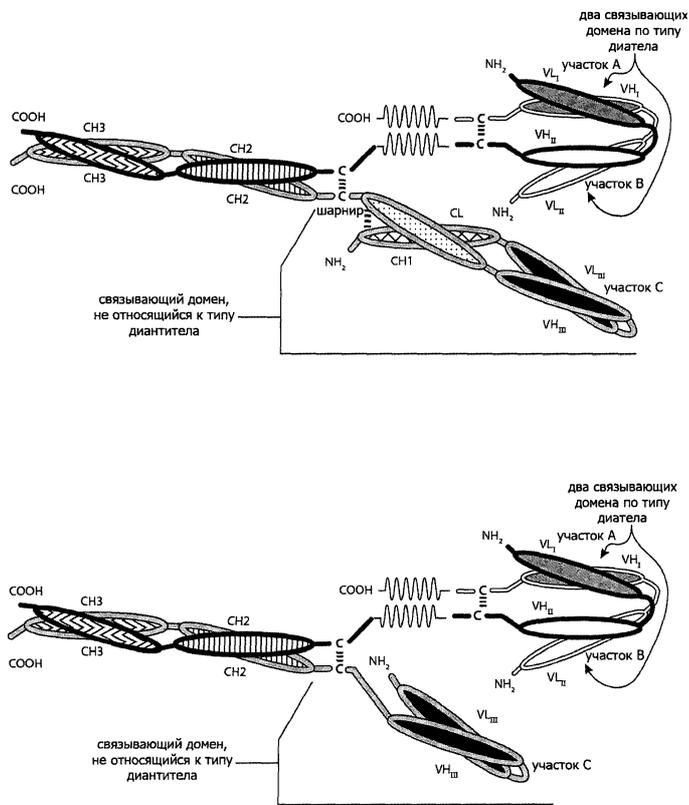
Фиг. 4В



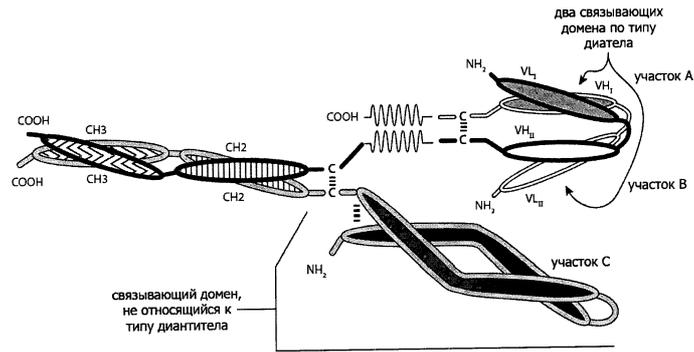
Фиг. 4С



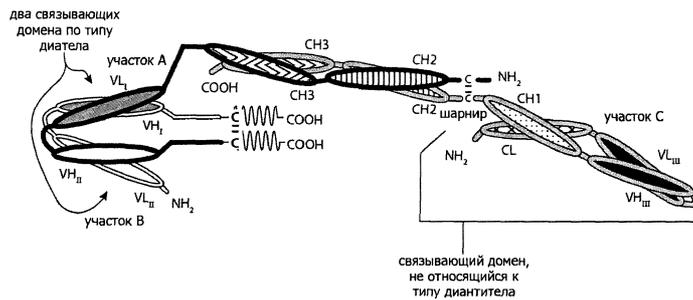
Фиг. 4D



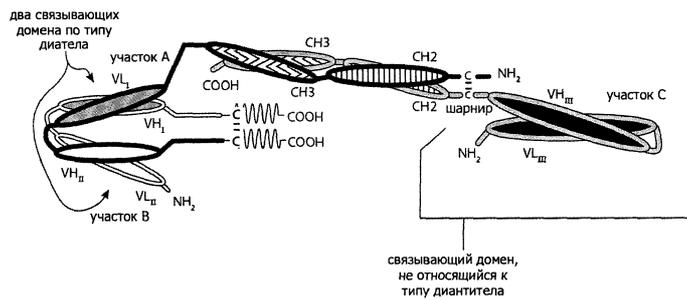
Фиг. 4F



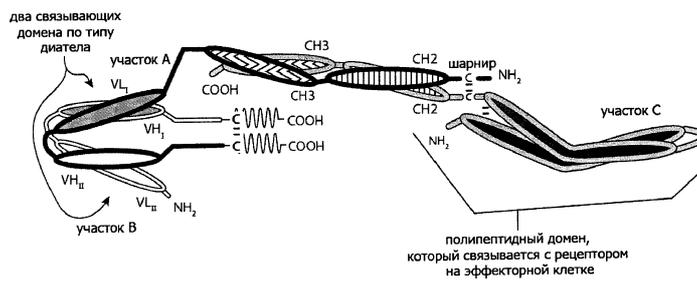
Фиг. 4G



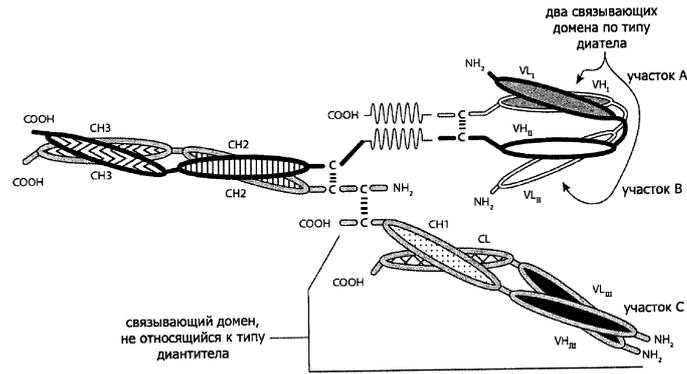
Фиг. 4H



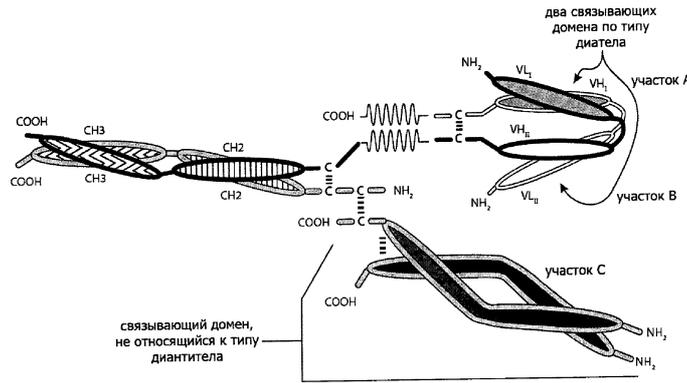
Фиг. 4I



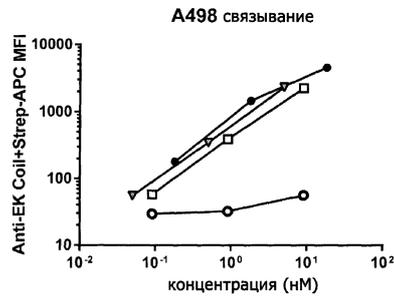
Фиг. 4J



Фиг. 4К



Фиг. 4Л



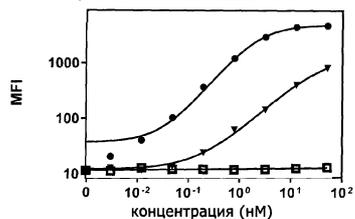
Фиг. 5А



- B7-H3 mAb 1 X CD3 mAb 2 DART™
- B7-H3 mAb 1 X CD3 mAb 2 DART™ с Fc-доменом
- ▽ B7-H3 mAb 1 / CD3 mAb 2 / CD8 mAb 1 связывающая молекула
- Флуоресцеин mAb 1 X CD3 mAb 2 DART™ с Fc-доменом

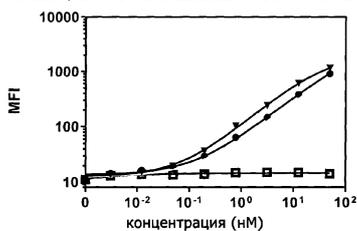
Фиг. 5В

человеческие РВМС-клетки, селектированные по CD5+/CD4- в тесте связывания с анти-Fc человека



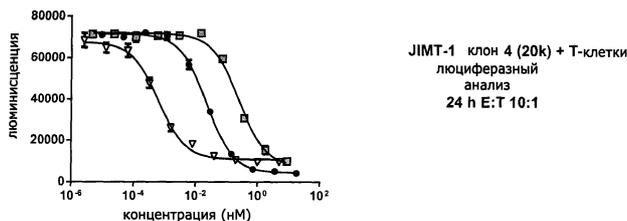
Фиг. 5C

человеческие РВМС-клетки, селектированные по CD5+/CD4+ в тесте связывания с анти-Fc человека



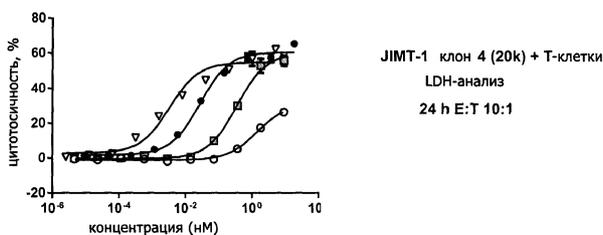
- B7-H3 mAb 1 / CD3 mAb 2 / CD8 mAb 1 связывающая молекула
- B7-H3 mAb 1 X CD3 mAb 2 DART™
- B7-H3 mAb 1 X CD3 mAb 2 DART™ с Fc-доменом

Фиг. 5D



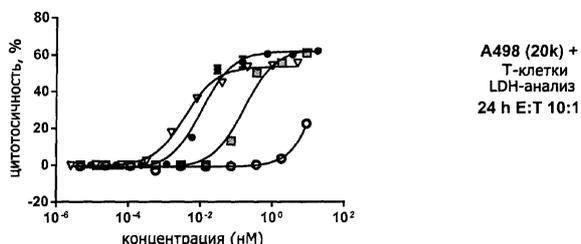
JIMT-1 клон 4 (20k) + Т-клетки
люциферазный анализ
24 h E:T 10:1

Фиг. 6A



JIMT-1 клон 4 (20k) + Т-клетки
LDH-анализ
24 h E:T 10:1

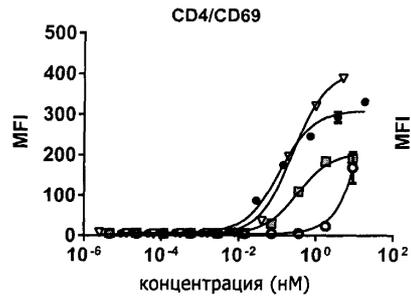
Фиг. 6B



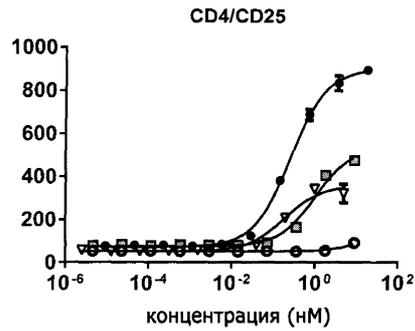
A498 (20k) +
Т-клетки
LDH-анализ
24 h E:T 10:1

- B7-H3 mAb 1 X CD3 mAb 2 DART™
- B7-H3 mAb 1 X Anti-CD3 mAb 2 DART™ с Fc-доменом
- B7-H3 mAb 1 / CD3 mAb 2 / CD8 mAb 1 связывающая молекула
- Флуоресцеин mAb 1 X CD3 mAb 2 DART™ с Fc-доменом

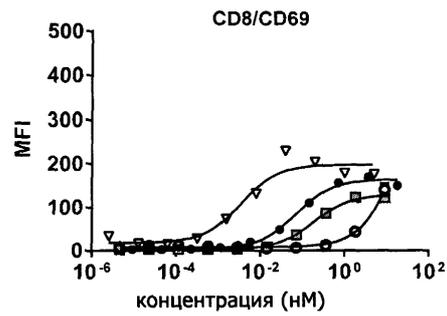
Фиг. 6C



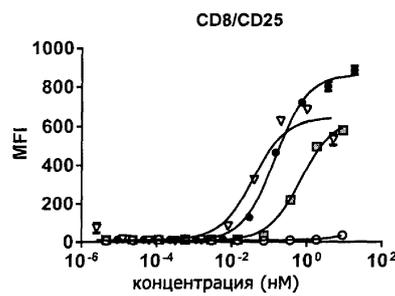
Фиг. 7А



Фиг. 7В

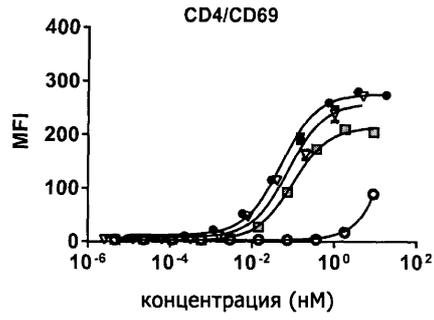


Фиг. 7С

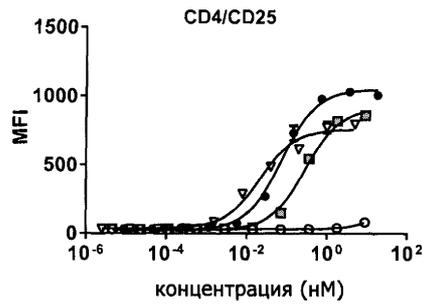


- ◆ В7-Н3 mAb 1 X CD3 mAb 2 DART™
- В7-Н3 mAb 1 X CD3 mAb 2 DART™ с Fc-доменом
- ▽ В7-Н3 mAb 1 / CD3 mAb 2 / CD8 mAb 1 связывающая молекула
- ◆ Флуоресцеин mAb 1 X CD3 mAb 2 DART™ с Fc-доменом

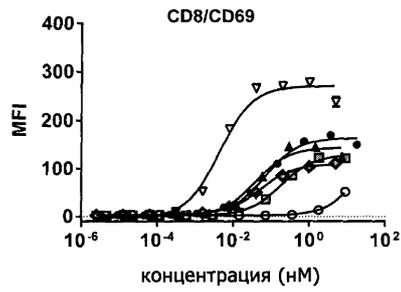
Фиг. 7D



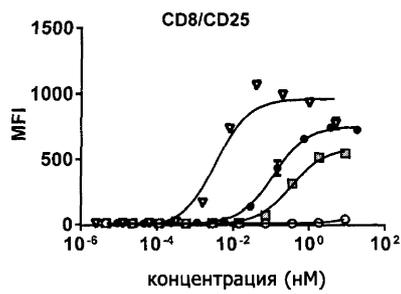
Фиг. 8А



Фиг. 8В

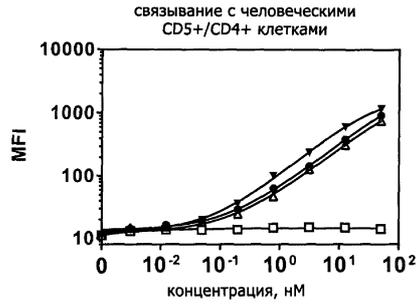


Фиг. 8С

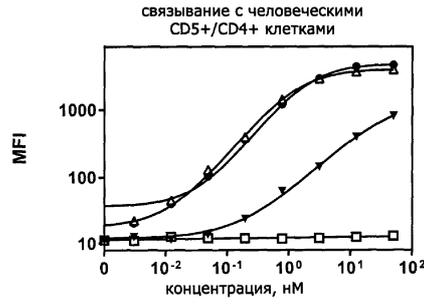


Фиг. 8D

- В7-Н3 mAb 1 / CD3 mAb 2 / CD8 mAb 1 связывающая молекула
- ◊ gpA33 mAb 1 CD3 mAb 2 DART™
- ◻ В7-Н3 mAb 1 X CD3 mAb 2 DART™ с Fc-доменом
- В7-Н3 mAb 1 X CD3 mAb 2 DART™
- ★ В7-Н3 mAb 1 X CD3 mAb 2 Fc DART™
- Флуоресцеин mAb 1 X CD3 mAb 2 DART™ с Fc-доменом

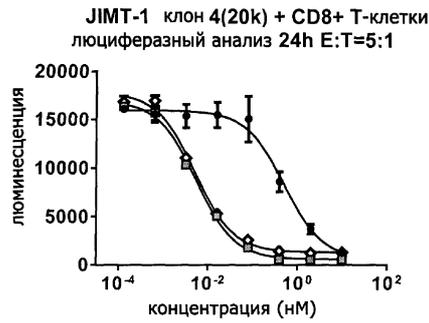


Фиг. 9А

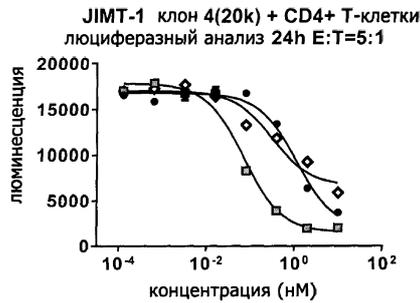


- B7-H3 mAb 1 / CD3 mAb 2 / CD8 mAb 1 связывающая молекула
- B7-H3 mAb 1 x CD3 mAb 2 DART™ с Fc-доменом
- B7-H3 mAb 1 / CD3 mAb 2 / CD8 mAb 2 связывающая молекула
- B7-H3 mAb 1 X B7-H3 mAb 1 DART™ с Fc-доменом

Фиг. 9В

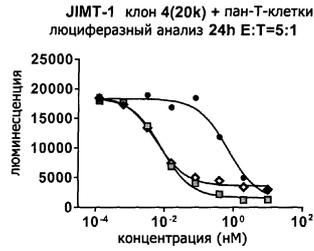


Фиг. 10А



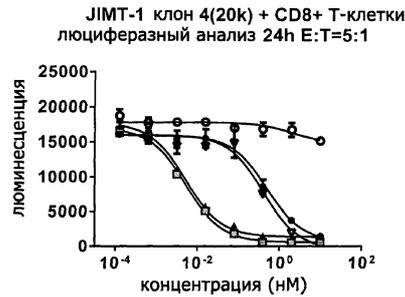
- B7-H3 mAb 1 / CD3 mAb 2 / CD8 mAb 1 связывающая молекула
- B7-H3 mAb 1 / CD3 mAb 2 / CD8 mAb 2 связывающая молекула
- B7-H3 mAb 1 X CD3 mAb 2 DART™

Фиг. 10В

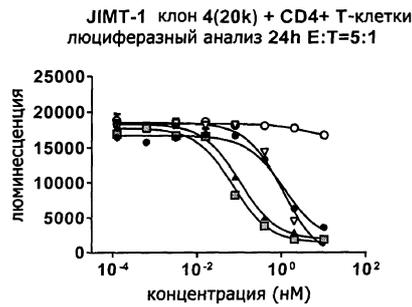


- В7-Н3 mAb 1 / CD3 mAb 2 / CD8 mAb 1 связывающая молекула
- ◇ В7-Н3 mAb 1 / CD3 mAb 2 / CD8 mAb 2 связывающая молекула
- В7-Н3 mAb 1 X CD3 mAb 2 DART™ с Fc-доменом

Фиг. 10С

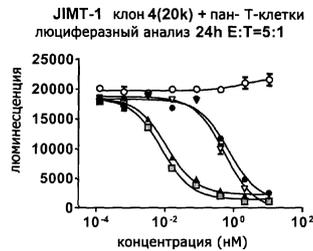


Фиг. 11А



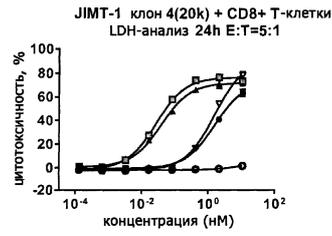
- В7-Н3 mAb 1 / CD3 mAb 2 / CD8 mAb 1 связывающая молекула
- △ CD3 mAb 2 / CD8 mAb 1 / В7-Н3 mAb 1 связывающая молекула
- ▽ В7-Н3 mAb 1 / CD8 mAb 1 / CD3 mAb 2 связывающая молекула
- В7-Н3 mAb 1 X CD8 mAb 1 DART™ с Fc-доменом
- В7-Н3 mAb 1 X CD3 mAb 2 DART™ с Fc-доменом

Фиг. 11В



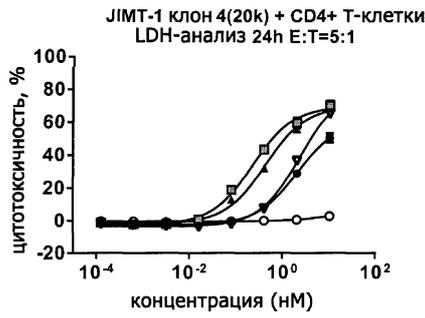
- В7-Н3 mAb 1 / CD3 mAb 2 / CD8 mAb 1 связывающая молекула
- △ CD3 mAb 2 / CD8 mAb 1 / В7-Н3 mAb 1 связывающая молекула
- ▽ В7-Н3 mAb 1 / CD8 mAb 1 / CD3 mAb 2 связывающая молекула
- В7-Н3 mAb 1 X CD8 mAb 1 DART™ с Fc-доменом
- В7-Н3 mAb 1 X CD3 mAb 2 DART™ с Fc-доменом

Фиг. 11С

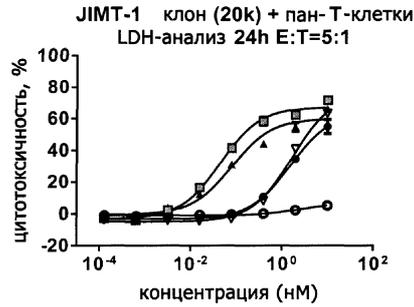


- ▣ В7-Н3 mAb 1 / CD3 mAb 2 / CD8 mAb 1 связывающая молекула
- ▴ CD3 mAb 2 / CD8 mAb 1 / В7-Н3 mAb 1 связывающая молекула
- ▾ В7-Н3 mAb 1 / CD8 mAb 1 / CD3 mAb 2 связывающая молекула
- В7-Н3 mAb 1 X CD8 mAb 1 DART™ с Fc-доменом
- В7-Н3 mAb 1 X CD3 mAb 2 DART™ с Fc-доменом

Фиг. 12А

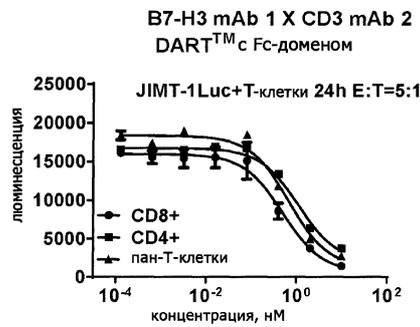


Фиг. 12В

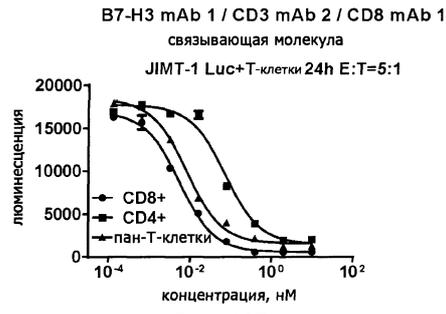


- ▣ В7-Н3 mAb 1 / CD3 mAb 2 / CD8 mAb 1 связывающая молекула
- ▴ CD3 mAb 2 / CD8 mAb 1 / В7-Н3 mAb 1 связывающая молекула
- ▾ В7-Н3 mAb 1 / CD8 mAb 1 / CD3 mAb 2 связывающая молекула
- В7-Н3 mAb 1 X CD8 mAb 1 DART™ с Fc-доменом
- В7-Н3 mAb 1 X CD3 mAb 2 DART™ с Fc-доменом

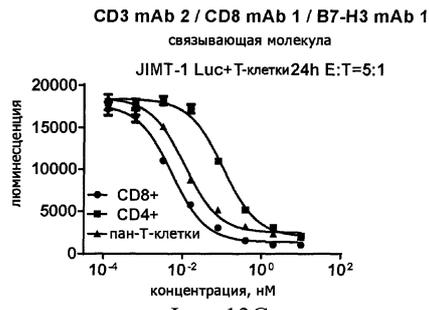
Фиг. 12С



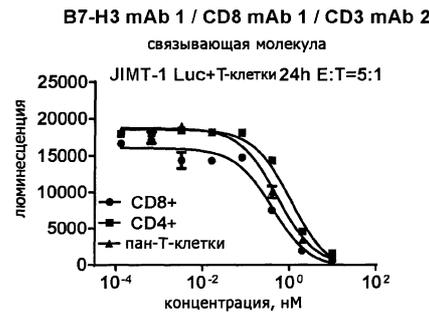
Фиг. 13А



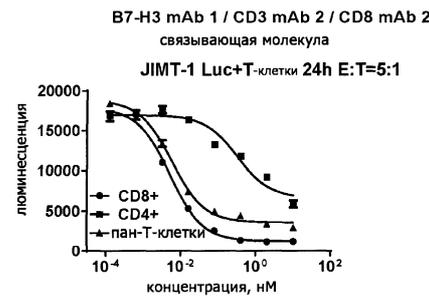
Фиг. 13В



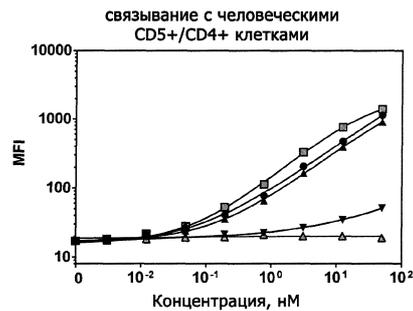
Фиг. 13С



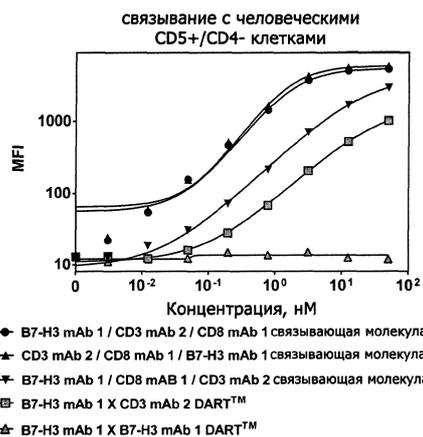
Фиг. 13D



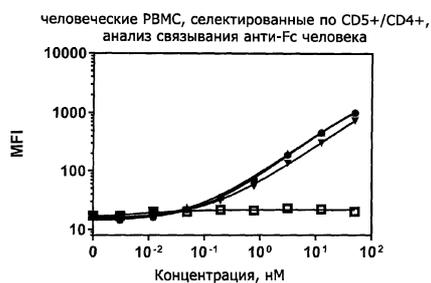
Фиг. 13Е



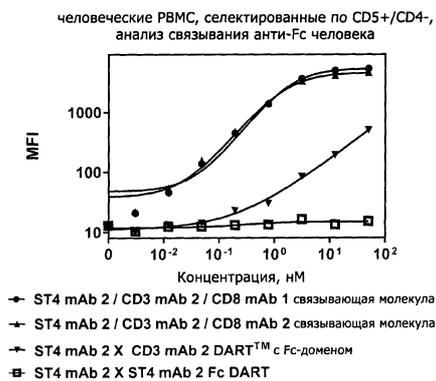
Фиг. 14А



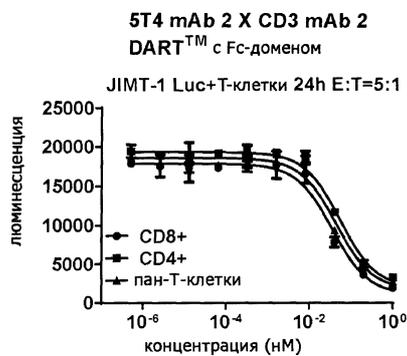
Фиг. 14В



Фиг. 15А

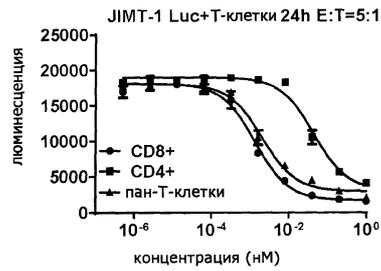


Фиг. 15В



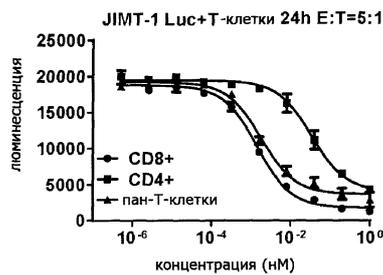
Фиг. 16А

5T4 mAb 2 / CD3 mAb 2 / CD8 mAb 1
связывающая молекула



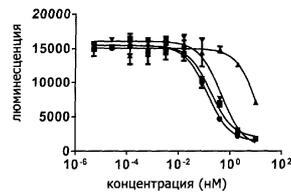
Фиг. 16В

5T4 mAb 2 / CD3 mAb 2 / CD8 mAb 2
связывающая молекула



Фиг. 16С

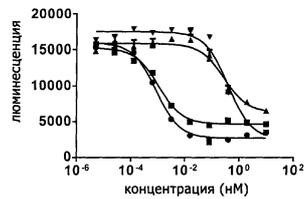
ЖИМТ-1 клон 4(20k) + CD4+Т-клетки
люциферазный анализ 24h E:T=5:1



- ROR1 mAb 1 / CD3 mAb 2 / CD8 mAb 1 связывающая молекула
- ROR1 mAb 1 / CD3 mAb 2 / CD8 mAb 2 связывающая молекула
- RSV mAb 1 / CD3 mAb 2 / CD8 mAb 1 связывающая молекула
- ROR1 mAb 1 X CD3 mAb 2 DART™ с Fc-доменом

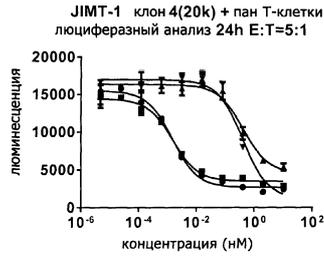
Фиг. 17А

ЖИМТ-1 клон 4(20k) + CD8+ Т-клетки
люциферазный анализ 24h E:T=5:1



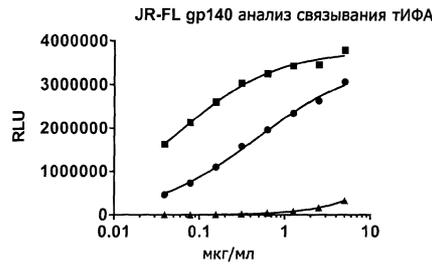
- ROR1 mAb 1 / CD3 mAb 2 / CD8 mAb 1 связывающая молекула
- ROR1 mAb 1 / CD3 mAb 2 / CD8 mAb 2 связывающая молекула
- RSV mAb 1 / CD3 mAb 2 / CD8 mAb 1 связывающая молекула
- ROR1 mAb 1 X CD3 mAb 2 DART™ с Fc-доменом

Фиг. 17В

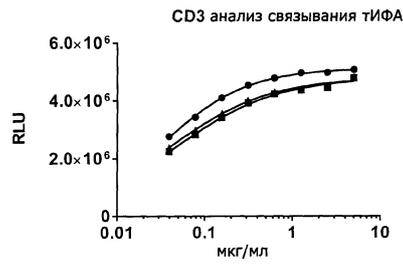


- ROR1 mAb 1 / CD3 mAb 2 / CD8 mAb 1 связывающая молекула
- ROR1 mAb 1 / CD3 mAb 2 / CD8 mAb 2 связывающая молекула
- RSV mAb 1 / CD3 mAb 2 / CD8 mAb 1 связывающая молекула
- ROR1 mAb 1 X CD3 mAb 2 DART™ с Fc-доменом

Фиг. 17С

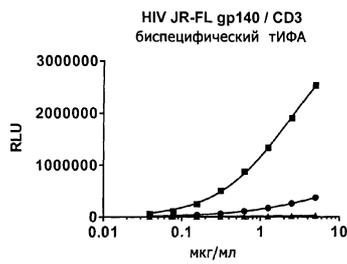


Фиг. 18А



- HIV mAb 2 / CD3 mAb 2 / CD8 mAb 1 связывающая молекула
- HIV mAb 1 / CD3 mAb 2 / CD8 mAb 1 связывающая молекула
- RSV mAb 1 / CD3 mAb 2 / CD8 mAb 1 связывающая молекула

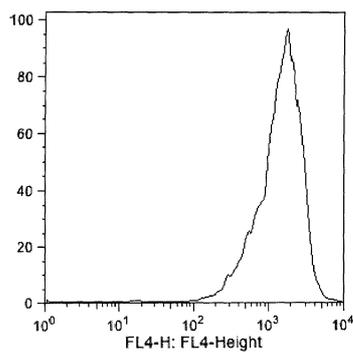
Фиг. 18В



- HIV mAb 2 / CD3 mAb 2 / CD8 mAb 1 связывающая молекула
- HIV mAb 1 / CD3 mAb 2 / CD8 mAb 1 связывающая молекула
- RSV mAb 1 / CD3 mAb 2 / CD8 mAb 1 связывающая молекула

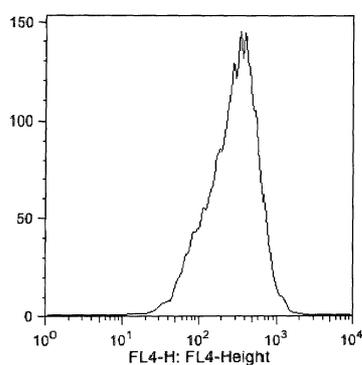
Фиг. 18С

035419



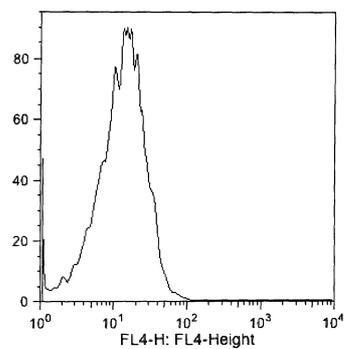
связывание HIV mAb 1 / CD3 mAb 2 / CD8 mAb 1
связывающей молекулы с HIV env-экспрессирующими
клетками HEK 293

Фиг. 19А



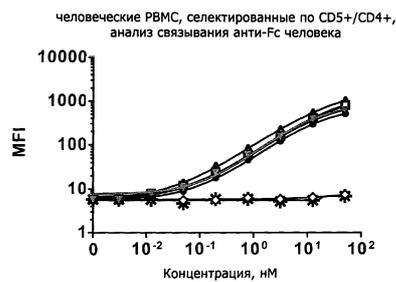
связывание HIV mAb 2 / CD3 mAb 2 / CD8 mAb 1
связывающей молекулы с HIV env-экспрессирующими
клетками HEK 293

Фиг. 19В



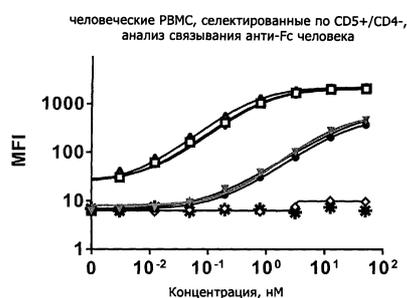
связывание RSV mAb 1 / CD3 mAb 2 / CD8 mAb 1
связывающей молекулы с HIV env-экспрессирующими
клетками HEK 293

Фиг. 19С



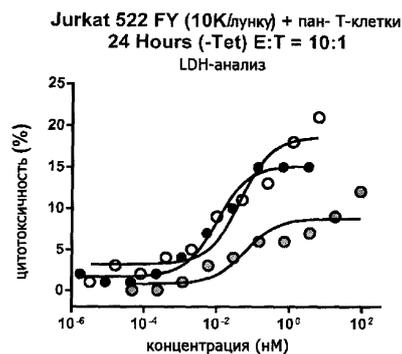
- ◻ HIV mAb 1 X CD3 mAb 2 DART™ с Fc-доменом
- ◄ HIV mAb 2 X CD3 mAb 2 DART™ с Fc-доменом
- ◃ RSV mAb 1 X CD3 mAb 2 DART™ с Fc-доменом
- ◊ HIV mAb 1 / CD3 mAb 2 / CD8 mAb 1 связывающая молекула
- ✕ HIV mAb 2 / CD3 mAb 2 / CD8 mAb 1 связывающая молекула
- ✦ RSV mAb 1 / CD3 mAb 2 / CD8 mAb 1 связывающая молекула
- ◊ HIV mAb 1 X RSV mAb 1 DART™ с Fc-доменом
- ✱ HIV mAb 2 X RSV mAb 1 DART™ с Fc-доменом

Фиг. 20А



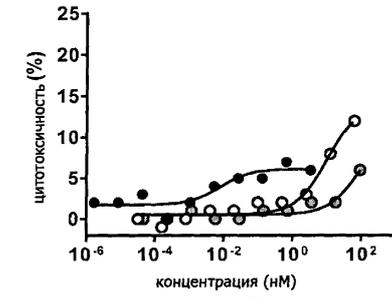
- ◻ HIV mAb 1 X CD3 mAb 2 DART™ с Fc-доменом
- ◄ HIV mAb 2 X CD3 mAb 2 DART™ с Fc-доменом
- ◃ RSV mAb 1 X CD3 mAb 2 DART™ с Fc-доменом
- ◊ HIV mAb 1 / CD3 mAb 2 / CD8 mAb 1 связывающая молекула
- ✕ HIV mAb 2 / CD3 mAb 2 / CD8 mAb 1 связывающая молекула
- ✦ RSV mAb 1 / CD3 mAb 2 / CD8 mAb 1 связывающая молекула
- ◊ HIV mAb 1 X RSV mAb 1 DART™ с Fc-доменом
- ✱ HIV mAb 2 X RSV mAb 1 DART™ с Fc-доменом

Фиг. 20В



Фиг. 21А

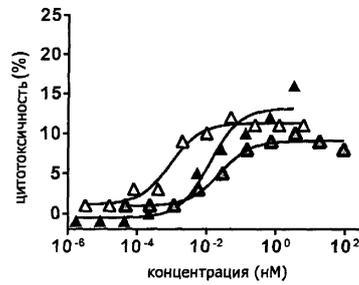
Jurkat 522 FY (10К/лунку) + пан- Т-клетки
24 Hours (+ Tet) E:T=10:1
LDH-анализ



- HIV mAb 1 X CD3 mAb 2 DART™
- HIV mAb 1 X CD3 mAb 2 DART™ с Fc-доменом
- HIV mAb 1 / CD3 mAb 2 / CD8 mAb 1 связывающая молекула

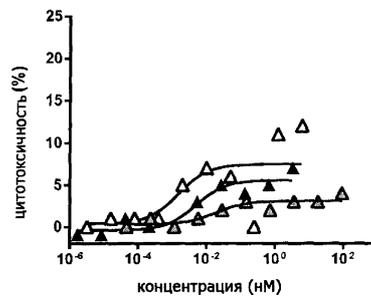
Фиг. 21В

Jurkat 522 FY (10К/лунку) + пан- Т-клетки
24 Hours (- Tet) E:T=10:1
LDH-анализ



Фиг. 21С

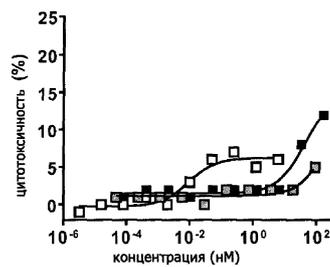
Jurkat 522 FY (10К/лунку) + пан- Т-клетки
24 Hours (+Tet) E:T=10:1
LDH-анализ



- ▲ HIV mAb 2 X CD3 mAb 2 DART™
- △ HIV mAb 2 X CD3 mAb 2 DART™ с Fc-доменом
- HIV mAb 2 / CD3 mAb 2 / CD8 mAb 1 связывающая молекула

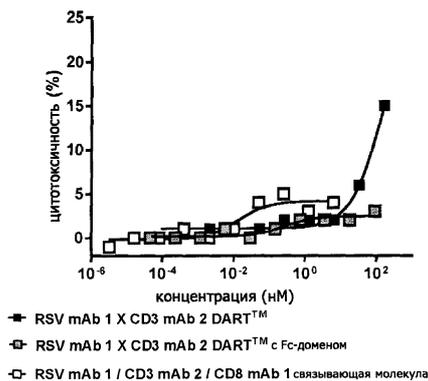
Фиг. 21D

Jurkat 522 FY (10К/лунку) + пан- Т-клетки
24 Hours (-Tet) E:T=10:1
LDH-анализ

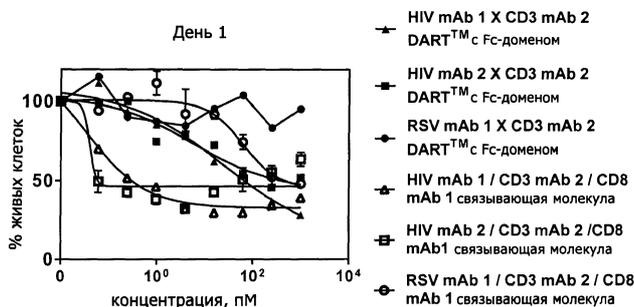


Фиг. 21E

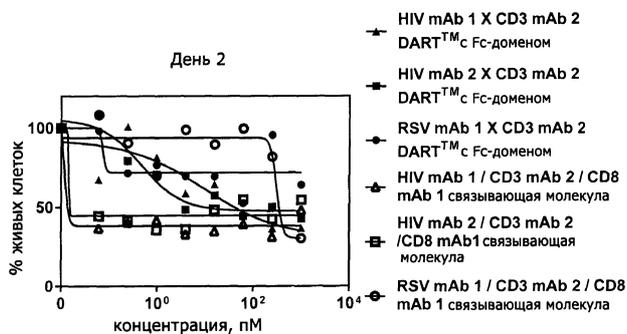
Jurkat 522 FY (10K/лунку) + пан- Т-клетки
24 Hours (+Tet) E:T=10:1
LDH-анализ



Фиг. 21F

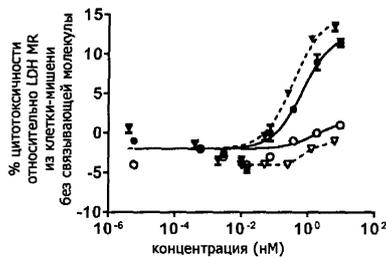


Фиг. 22А



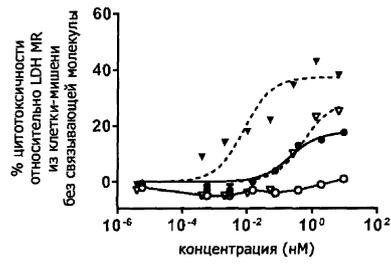
Фиг. 22В

Jurkat 522 FY (10K/лунку) + CD4+ Т-клетки
(LDH) E:T=5:1 24hr



Фиг. 23А

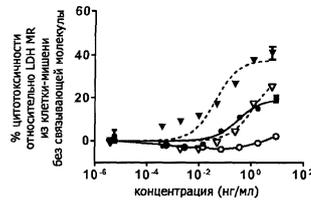
Jurkat 522 FY (10K/лунку) + CD8+ T-клетки
(LDH) E:T=5:1 24hr



- HIV mAb 1 X CD3 mAb 2 DART™ с Fc-доменом
- ▴ - HIV mAb 1 / CD3 mAb 2 / CD8 mAb 1 связывающая молекула
- ⋄ RSV mAb 1 X CD3 mAb 2 DART™ с Fc-доменом
- ▾ - RSV mAb 1 / CD3 mAb 2 / CD8 mAb 1 связывающая молекула

Фиг. 23В

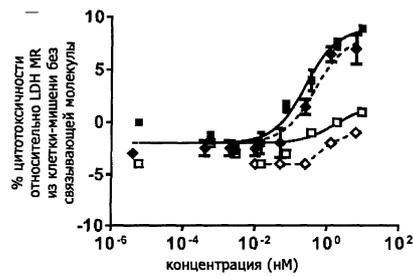
Jurkat 522 FY (10K/лунку) + Rap T D58199
(LDH) E:T=5:1 24h



- HIV mAb 1 X CD3 mAb 2 DART™ с Fc-доменом
- ▴ - HIV mAb 1 / CD3 mAb 2 / CD8 mAb 1 связывающая молекула
- ⋄ RSV mAb 1 X CD3 mAb 2 DART™ с Fc-доменом
- ▾ - RSV mAb 1 / CD3 mAb 2 / CD8 mAb 1 связывающая молекула

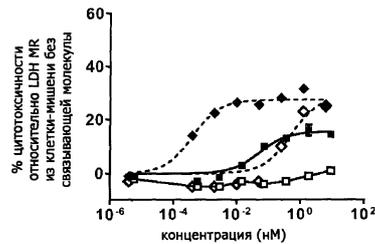
Фиг. 23С

Jurkat 522 FY (10K/лунку) + CD4+ T-клетки
(LDH) E:T=5:1 24hr



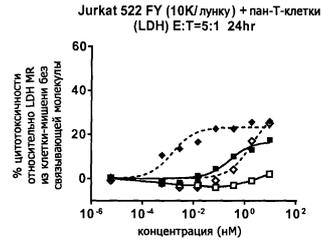
Фиг. 24А

Jurkat 522 FY (10K/ лунку) + CD8+ T-клетки
(LDH) E:T=5:1 24hr



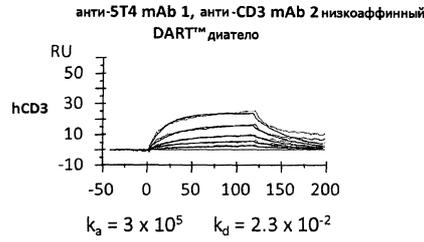
- HIV mAb 2 X CD3 mAb 2 DART™ с Fc-доменом
- ▴ HIV-mAb 2 / CD3 mAb 2 / CD8 mAb 1 связывающая молекула
- ⋄ RSV mAb 1 X CD3 mAb 2 DART™ с Fc-доменом
- ▾ RSV mAb 1 / CD3 mAb 2 / CD8 mAb 1 связывающая молекула

Фиг. 24В

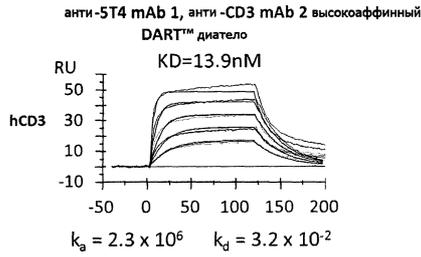


- HIV mAb 2 X CD3 mAb 2 DART™ с Fc-доменом
- ◆ HIV- mAb 2 / CD3 mAb 2 / CD8 mAb 1 связывающая молекула
- RSV mAb 1 X CD3 mAb 2 DART™ с Fc-доменом
- ◇ RSV mAb 1 / CD3 mAb 2 / CD8 mAb 1 связывающая молекула

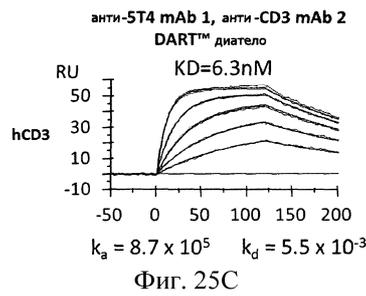
Фиг. 24С



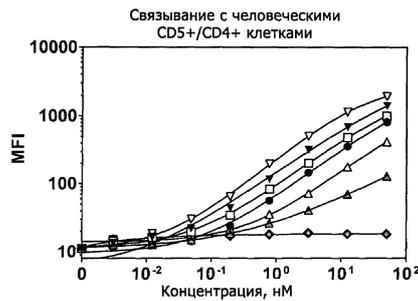
Фиг. 25А



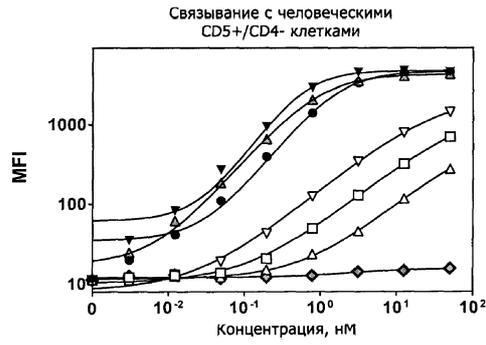
Фиг. 25В



Фиг. 25С

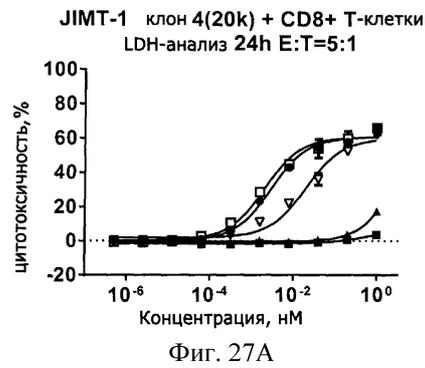


Фиг. 26А

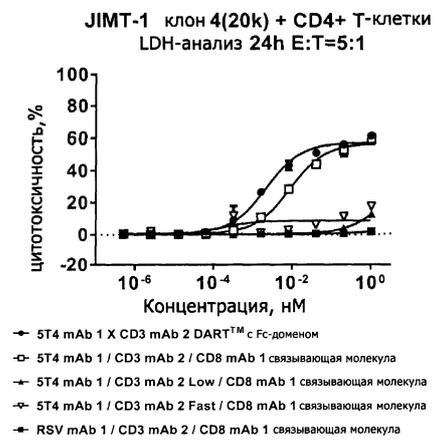


- ◆ 5T4 mAb 1 / CD3 mAb 2 / CD8 mAb 1 связывающая молекула
- △ 5T4 mAb 1 / CD3 mAb 2 low / CD8 mAb 1 связывающая молекула
- ▽ 5T4 mAb 1 / CD3 mAb 2 fast / CD8 mAb 1 связывающая молекула
- 5T4 mAb 1 X CD3 mAb 2 DART™ с Fc-доменом
- △ 5T4 mAb 1 X CD3 mAb 2 Low DART™ с Fc-доменом
- ▽ 5T4 mAb 1 X CD3 mAb 2 Fast DART™ с Fc-доменом
- ◇ 5T4 mAb 1 X 5T4 mAb 1 Fc DART™

Фиг. 26В

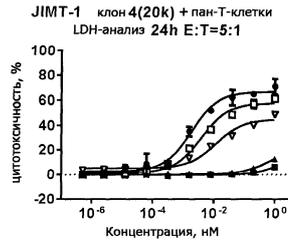


Фиг. 27А



Фиг. 27В

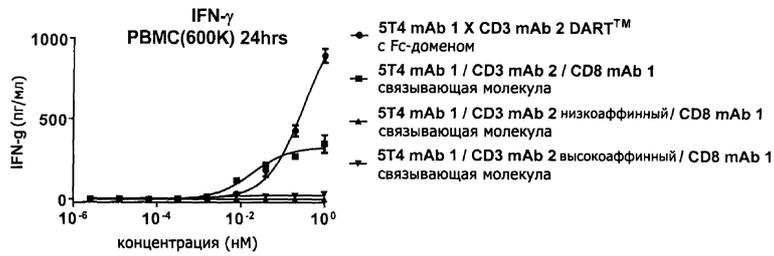
- 5T4 mAb 1 X CD3 mAb 2 DART™ с Fc-доменом
- △ 5T4 mAb 1 / CD3 mAb 2 / CD8 mAb 1 связывающая молекула
- ▽ 5T4 mAb 1 / CD3 mAb 2 Low / CD8 mAb 1 связывающая молекула
- ▽ 5T4 mAb 1 / CD3 mAb 2 Fast / CD8 mAb 1 связывающая молекула
- ◆ RSV mAb 1 / CD3 mAb 2 / CD8 mAb 1 связывающая молекула



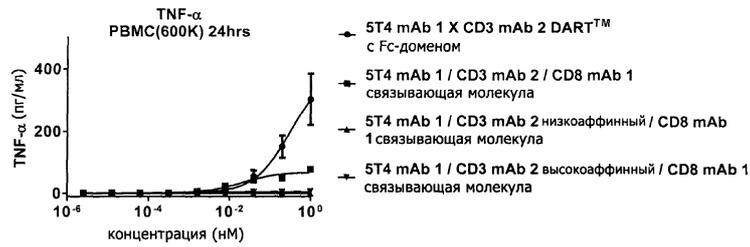
- ◆ 5T4 mAb 1 X CD3 mAb 2 DART™ с Fc-доменом
- 5T4 mAb 1 / CD3 mAb 2 / CD8 mAb 1 связывающая молекула
- ▲ 5T4 mAb 1 / CD3 mAb 2 Low / CD8 mAb 1 связывающая молекула
- ▽ 5T4 mAb 1 / CD3 mAb 2 Fast / CD8 mAb 1 связывающая молекула
- RSV mAb 1 / CD3 mAb 2 / CD8 mAb 1 связывающая молекула

Фиг. 27С

Донор 1

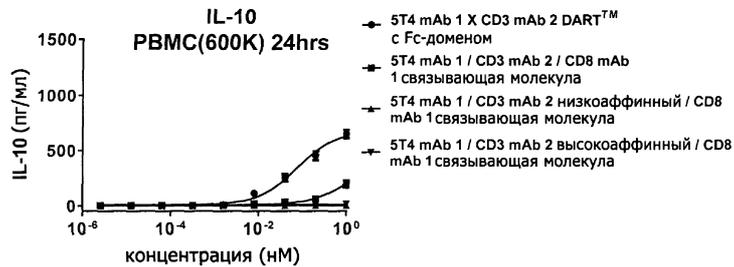


Фиг. 28А

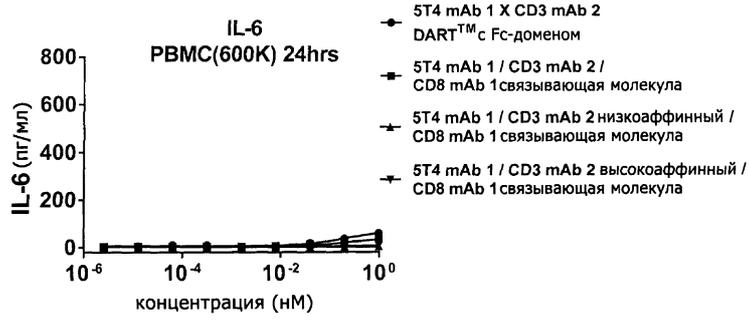


Фиг. 28В

Донор 1

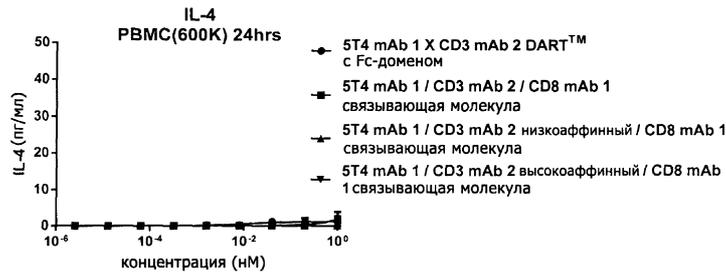


Фиг. 28С

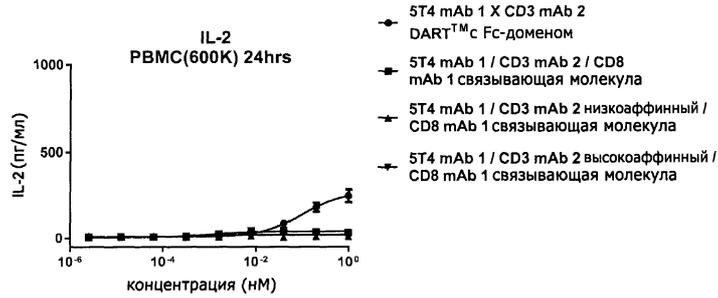


Фиг. 28D

Донор 1

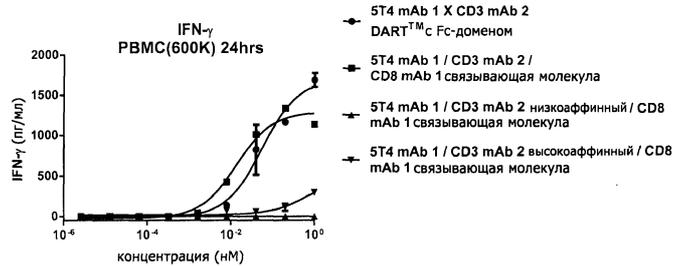


Фиг. 28E

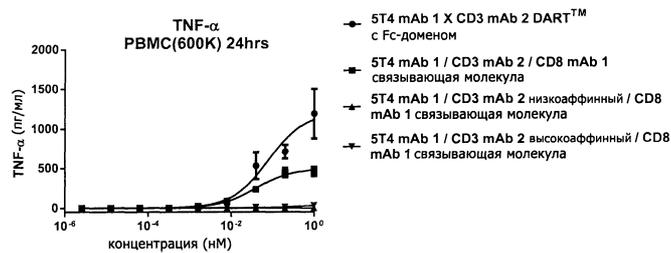


Фиг. 28F

Донор 2

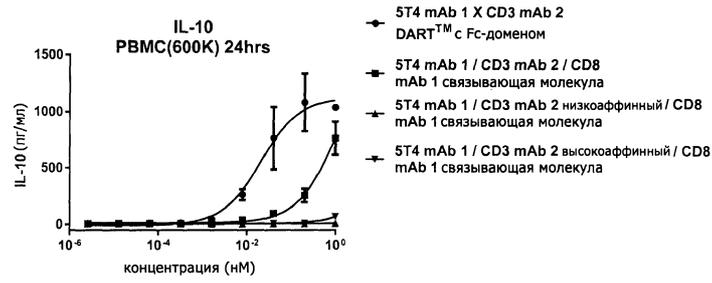


Фиг. 29A

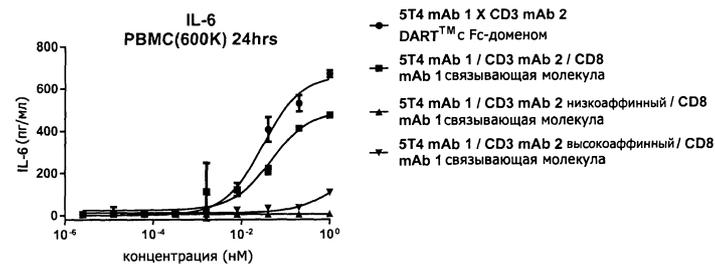


Фиг. 29B

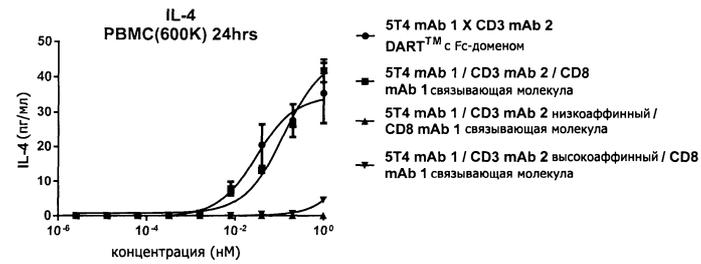
Донор 2



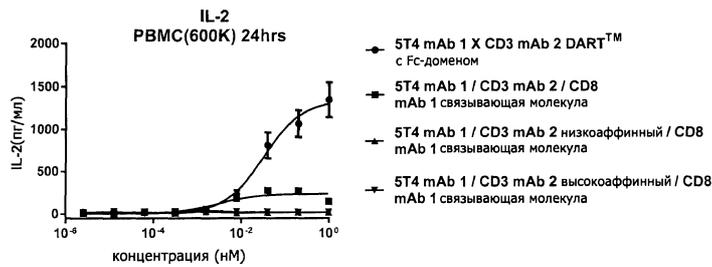
Фиг. 29C



Фиг. 29D



Фиг. 29E



Фиг. 29F

