

Анализ методов и средств противодействия беспилотным летательным аппаратам в интересах Ракетных войск стратегического назначения

*Полковник В.А. СКИБА,
доктор технических наук*

Капитан А.А. КУЗЬМИН

АННОТАЦИЯ

Представлен анализ современных методов и средств противодействия применению комплексов с беспилотными летательными аппаратами (БПЛА) на основе отечественных и зарубежных технических решений.

ABSTRACT

The authors present the analysis of modern methods and assets of countering systems with unmanned aerial vehicles (UAV) on the basis of Russian and foreign technical solutions.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Беспилотные летательные аппараты, система противодействия БПЛА, контактные и бесконтактные методы противодействия.

KEYWORDS

Unmanned aerial vehicles, anti-UAV defense system, contact and noncontact methods of counteraction.

СОВРЕМЕННАЯ военно-политическая обстановка свидетельствует о возникновении новых угроз, связанных с совершенствованием технологической составляющей противоборствующих сторон. В настоящее время наиболее технологически развитые государства активно разрабатывают и принимают на вооружение комплексы с беспилотными летательными аппаратами различного назначения. Поэтому создание отечественных современных систем противодействия возникающим угрозам является актуальной задачей.

В вооруженных силах разных стран для разведки, съема местности, мониторинга, ретрансляции радиосигналов, целеуказания и нанесения урона противоборствующей стороне активно применяются БПЛА.

Ракетные войска стратегического назначения (РВСН) одними из первых будут подвергнуты воздействию этих средств: при подготовке боевых

действий — разведкой и мониторингом боевых порядков ракетных полков и ракетных дивизионов; при ведении боевых действий обычным оружием — наведением высокоточного оружия и тактической авиации на пункты управления и пусковые установки войск, а также применением барражирующих боеприпасов (БПЛА-камикадзе). В целях защиты войск и объектов

от подобного воздействия возникает необходимость разработки систем, обеспечивающих их нейтрализацию и противодействие. Под «системой противодействия БПЛА» будем понимать совокупность организационных структур РВСН (органов управления, пунктов управления, выделенных сил и средств), которые в рамках полномочий, установленных законодательством РФ, разрабатывают и реализуют комплекс мер и методов по противодействию этим средствам. Разработка системы, способной реализовать комплекс мер по нейтрализации попыток воздействия посредством БПЛА, потребует детального анализа существующих методов противодействия.

Специфика деятельности подразделений РВСН, связанная с выполнением задач охраны и обороны, заключается в высокой степени автономности оборудования, особых требованиях к маскировке, оперативности развертывания и приведения

в готовность к применению, независимости от погодных условий. Эти факторы формируют дополнительные требования к *системе противодействия БПЛА*. Она должна быть высокоэффективной при любых погодных условиях, оперативно развертываемой, простой в применении и обслуживании, готовой к многократному применению.

Условия функционирования такой системы должны обеспечивать выполнение поставленных задач с прогнозированием последствий нейтрализации БПЛА. Противник в результате отражения атаки не должен получить тактических преимуществ. В мирное время важна юридическая сторона вопроса и система должна предусматривать противодействие БПЛА без нанесения ущерба.

Рассмотрим основные методы противодействия атакам БПЛА, которые можно условно разделить на контактные и бесконтактные (рис. 1).



Рис. 1. Методы противодействия БПЛА

Контактные методы противодействия

Одним из основных контактных методов является *применение БПЛА-перехватчиков (БПЛА-камикадзе)*, которое предполагает наличие парка БПЛА и в ряде случаев специально подготовленных операторов. Этот метод связан с дополнительными ресурсами, а также с техническим обслуживанием и сложным ремонтом БПЛА после каждой попытки воз-

действия или каждого воздействия на охраняемый объект. Данный метод применим только в умеренных погодных условиях и недостаточен при охране объектов от воздействия средних и большеразмерных БПЛА, а также в условиях применения роя.

Примером данного метода является разработка *AerialX* (Канада) — беспилотник-камикадзе *DroneBullet*

(рис. 2а)¹, представляющий собой гибрид карманной ракеты и квадрокоптера. Малые беспилотники он атакует снизу, а большие — сверху, целясь в систему спутниковой навигации и незащищенные винты.

Следующим методом противодействия является использование в качестве перехватчика БПЛА *животного*, например одного из представителей хищных птиц, дрессируемых для противодействия малым БПЛА. Этот метод связан с большими сроками их обучения специальным персоналом, не может применяться в неблагоприятную погоду, поэтому не подходит для использования в подразделениях РВСН.

Применение сетей относится к бесконтактному и одному из самых бюджетных методов противодей-

ствия БПЛА (рис. 2б), не требующих специфических навыков от оператора, что является основанием для рассмотрения их интеграции в многофункциональную систему охраны. Преимущество данного метода — в сохранении БПЛА — позволяет применять его в мирное время. Сети могут быть применены, например, для охраны и обороны объектов РВСН, где лазерное и электромагнитное воздействия недопустимы. Их применение просто в обращении и обслуживании с возможностью эксплуатации в походном порядке и не требует долговременной подготовки оператора, поэтому является одним из оптимальных методов. Вполне приемлем также для подразделений охраны частей, эксплуатирующих ядерное оружие стационарного базирования.



Рис. 2. а) БПЛА-камикадзе *DroneBullet* канадской *AerialX*,
б) БПЛА-перехватчик с сетью

В настоящее время существует ряд иностранных перспективных систем. Одной из них является линия систем *SkyWall 100* (*OpenWorks Engineering* (Великобритания) с изделием *SkyWall Patrol*) — «умный гранатомет», выстреливающий сеть в сторону беспилотника (рис. 3а)². Радиус его эффективного действия — до 100 м. Сеть с «пленным» БПЛА опускается на парашюте. Изделие *SkyWall 200* устанавливается на треногу и имеет больший радиус действия, а *SkyWall 300* — это дистанционно управляемая стационарная турель (рис. 3б)³.

Требования, предъявляемые к системе противодействия БПЛА: высокая эффективность при любых погодных условиях, оперативность развертывания, простота в применении и обслуживании, готовность к многократному применению. Условия функционирования такой системы должны обеспечивать выполнение поставленных задач с прогнозированием последствий нейтрализации БПЛА.



Рис. 3. а) оператор с комплексом *SkyWall 100*;
б) турель *SkyWall 300* для запуска снаряда с сетью

SkyWall Auto — автономная система, управляемая дистанционно с быстрым захватом нескольких целей точно поставленными сетями. Применяется в средах, где электронная атака не может быть использована,

а также в многоуровневой защите вместе с электронными контрмерами. *SkyWall Auto Response* — также автономная система, устанавливаемая на транспортном средстве (рис. 4).



Рис. 4. Система *SkyWall Auto Response* для запуска снаряда с сетью

Система востребована при применении «нейронных сетей с глубоким обучением» для идентификации и отслеживания целевого БПЛА. Оператор только решает, когда нужно начинать захват, а в качестве снарядов используются парашюты или большеразмерные сети.

Применение кинетического оружия является эффективным методом противодействия БПЛА с относительно низкой его стоимостью, простотой в применении и обслуживании, высокой эффективностью и универсальностью. Для юридиче-

ских лиц, легально эксплуатирующих стрелковое оружие, это один из основных методов нейтрализации БПЛА. Его недостатки заключаются в высокой стоимости сложных систем высокоскоростной стрельбы, используемых для борьбы с роями БПЛА, а также в нарушении звуковой маскировки для воинских формирований.

В настоящее время разработаны современные образцы военно-промышленного комплекса, а также адаптированные образцы модернизированного вооружения, реализующие данный метод (рис. 5).



Рис. 5. а) зенитно-ракетный комплекс «Панцирь-СМ»;
б) зенитный пушечно-ракетный комплекс «Тунгуска-М1»;
в) зенитный ракетный комплекс «Тор-М2Э»;
г) роботизированная платформа «Берсерк»

Зенитный ракетно-пушечный комплекс «Панцирь-СМ», предназначенный для противовоздушной обороны малоразмерных военных, в том числе подвижных, и административно-промышленных объектов (районов) от воздействия самолетов, вертолетов, крылатых ракет и высокоточного оружия, а также усиления группировок ПВО при отражении массированных ударов средств воздушного нападения (рис. 5а)⁴.

Зенитный пушечно-ракетный комплекс «Тунгуска-М1», обеспечивающий обнаружение, опознавание, сопровождение и последующее уничтожение разнообразных типов воздушных целей (вертолетов, самолетов тактической авиации, крылатых ракет, БПЛА) (рис. 5б)⁵.

Зенитный ракетный комплекс «Тор-М2Э», который предназначен для поражения самолетов, вертолетов, БПЛА, управляемых ракет и других элементов высокоточного оружия, летящих на средних, малых и предельно

малых высотах в сложной воздушной и помеховой обстановке (рис. 5в)⁶.

Роботизированная платформа «Берсерк» (Белоруссия) (рис. 5г) с поддержкой телеуправления и элементами автономии, предназначенная для уничтожения БПЛА и управляемая дистанционно. Способна эффективно поражать малоразмерные беспилотные летательные аппараты⁷.

Таким образом, исходя из анализа контактных методов противодействия БПЛА, следует отметить, что приоритетными по эффективному их применению являются зенитно-ракетные комплексы, однако в мирное время, особенно при ограниченном количестве, они больше востребованы в зоне боевых действий. Оптимальным на фоне оставшихся может являться метод применения сетей, например подобных *SkyWall*, который позволит обеспечить готовность подразделений к отражению внезапного налета БПЛА на марше, при развертывании, а также при несении боевого дежурства на позиции.

Бесконтактные методы противодействия

Бесконтактные методы отличаются высокой технологичностью и наукоемкостью производства. Они наиболее приемлемы для охраны особо важных объектов в совокупности с высокоэффективными системами обнаружения. Применяются в основном при обеспечении высоких показателей скрытности, эффективности, универсальности.

При рассмотрении бесконтактных методов противодействия малым БПЛА в порядке возрастания эффективности первым является **акустический**. Его суть состоит в применении направленной звуковой волны мощностью около 140 Дб на расстоянии 40 м в целях вывода из строя механизма гироскопа малого БПЛА, что в дальнейшем приводит к потере управления, вызванной нарушением работы бортовой системы управления⁸. Преимуществом этого метода является отсутствие визуального демаскирующего фактора. Его эффективность существенно снижается при эксплуатации в неблагоприятных погодных условиях, а также вследствие звуковых демаскирующих признаков. Эти недостатки не позволяют рассматривать его в составе комплексов противодействия не только подразделениями РВСН, но и другими силовыми ведомствами.

Следующим является метод, основанный на **применении лазерных средств** с целью механической деформации подсистем управления или выведения из строя оптической системы БПЛА. Его преимуществом является скрытность, а основными недостатками — высокая технологичность обеспечения работоспособности и большие энергозатраты. Данный метод эффективен в качестве дополнительного при противодействии ролям, но неприменим для подразделений РВСН, особенно в составе мо-

бильных формирований, вследствие невозможности эффективно применять в неблагоприятных условиях и значительных энергетических затрат, ресурсы которых необходимы для выполнения основных задач.

Одной из самых передовых систем является российский многофункциональный мобильный **комплекс** для борьбы с БПЛА «*Рать*» с **системой направленного лазерного уничтожения** (рис. 6а)⁹. Этот комплекс предназначен для обнаружения и идентификации БПЛА, подавления их радиоэлектронных средств СВЧ излучением и физического уничтожения лазерными средствами поражения. В борьбе с БПЛА при воздействии лазерной системой мощностью 1,5 кВт на дальности до одного километра происходит не только ослепление оптики летательного аппарата, но и его физическое разрушение.

Зарубежная система **Phaser** (разработка компании *Raytheon*, США)¹⁰ представляет собой устройство, способное вывести из строя практически любую электронику в системах управления летательных аппаратов, а также группу беспилотников.

В отличие от лазерных противодронных систем, которые разрушают БПЛА сильным дистанционным нагревом, **Phaser** способен дистанционно наведенными токами в электрических цепях уничтожать группу БПЛА без необходимости перенаправлять фокус излучателя на каждое устройство в группе (рис. 6б).

Наиболее эффективным и скрытным является метод, применяемый для противодействия БПЛА **средствами радиоэлектронной борьбы** с целью перехвата его управления, постановки помех в работе бортовой электроники и манипуляции протоколами связи.

Особенностью применения этих средств является участие оператора,



Рис. 6. а) многофункциональный мобильный комплекс для борьбы с БПЛА «Рать»; б) система *Phaser*; в) система *DroneSentry*

владеющего широким спектром программных инструментов длительного противоборства БПЛА и способного семантически многофакторно анализировать условия обстановки. Системы, основанные на данном методе, могут эксплуатироваться военными подразделениями РЭБ соединений. Сегодня этих специалистов РЭБ, обеспечивающих развертывание подобных систем для каждого ракетного дивизиона, в ракетных соединениях недостаточно.

Следующим методом является **манипуляция протоколами связи БПЛА (спуфинг)**. Он является разновидностью применения радиоэлектронной борьбы и подразумевает ряд способов воздействия на систему управления БПЛА. К ним относится получение доступа к управлению взломом зашифрованного канала связи или подменой данных авторизации, переполнением интерфейса и канала данных

для внедрения в тракт управления стороннего кода.

В настоящее время имеются следующие технические разработки, применяющие бесконтактные методы.

Компанией *DroneShield* (США) разработана противодронная система *DroneSentry*, способная заглушить управляющий сигнал и направить БПЛА назад к оператору или, как вариант, посадить аппарат в безопасном режиме. Дальность действия системы — около двух километров¹¹.

Аналогичные отечественные системы представлены радиолокационно-оптическим комплексом обеспечения безопасности объектов и нейтрализации БПЛА «Валдай» или «РДК-МП» (*ROSC-1*) (рис. 7)¹².

Благодаря наличию трехкоординатной обзорной РЛС трехсантиметрового диапазона, средств радиотехнической разведки, оптико-электронной системы, радиоэлек-



Рис. 7. Радиолокационно-оптический комплекс обеспечения безопасности объектов и нейтрализации БПЛА «Валдай»

АНАЛИЗ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ БПЛА В ИНТЕРЕСАХ РАКЕТНЫХ ВОЙСК СТРАТЕГИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

тронного противодействия и физического воздействия на БПЛА комплекс реализует следующие функции: обнаружение целей радиолокационным каналом, автоматическое их сопровождение оптико-электронными средствами, пеленгация источников радиоизлучения, распознавание типов целей, радиоэлектронное подавление каналов управления, передача дан-

ных и навигации, выдача целеуказаний средствам противодействия. Дальность обнаружения РЛС в свободном пространстве для мини-/микро-БПЛА типа *DJI Mavik (DJI Phantom)* — не менее пяти километров, для средних БПЛА — не менее 15.

Представлены также портативные разработки, основные из которых показаны в таблице.

Таблица

Портативные комплексы противодействия БПЛА

Наименование	REX-1 (Россия)	REX-2 (Россия)	Комплекс «Пищаль-ПРО»
Внешний вид комплекса			
Время работы при использовании одной аккумуляторной батареи, ч	3	3	1
Вес, кг	4,5	3	4,5
Радиус подавления сигналов, м	2000 (подавление сигналов управления и передачи данных 0,5 км)	2000 (подавление сигналов управления и передачи данных 0,5 км)	2000
Подавляемая частота	2,4 ГГц, 5,8 ГГц, а также благодаря дополнительным модулям подавления — 433 МГц, 868 МГц, 900 МГц, 1,3 ГГц, 1,8 ГГц, 2,1 ГГц, 2,6 ГГц	2,4 ГГц, 5,8 ГГц, а также благодаря дополнительным модулям подавления — 433 МГц, 868 МГц, 900 МГц, 1,3 ГГц, 1,8 ГГц, 2,1 ГГц, 2,6 ГГц	2,4 ГГц, 5,8 ГГц, 433 МГц, 915 МГц, 1,5 ГГц
Подавляемые спутниковые навигационные системы	GPS, ГЛОНАСС, GALILEO, BeiDou	GPS, ГЛОНАСС, GALILEO, BeiDou	GPS, ГЛОНАСС, GALILEO, BeiDou
Температура применения, °С	от -40 до +50	от -40 до +50	от -30 до +50

Ниже представлены эксклюзивные разработки российских комплексов противодействия БПЛА.

«Купол-про» — переносной (стационарный) комплекс противодействия БПЛА всенаправленного действия в верхней полусфере (рис. 8а)¹³. При включении мгновенно создается «непроницаемая» для БПЛА защитная полусфера радиусом не менее двух километров одновременно в десяти частотных диапазонах.

«Сапсан-бекас» — мобильный многофункциональный комплекс, позволяющий в масштабе времени, близком к реальному, используя средства радиолокационной станции, радиотехнической разведки (РТР) и оптико-электронной разведки (ОЭР), обнаруживать и радиоэлектронно подавлять (РЭП) БПЛА (рис. 8б)¹⁴. Все эти средства обнаружения цели и воздействия объединены современным программным обеспечением с АРМ управления. В своем составе АРМ имеет: подсистему радиотехнического обнаружения и пеленгации, подсистему активной радиолокации и оптоэлектронного сопровождения, подсистему радиоподавления. Дальность обнаружения малоразмерной воздушной цели увеличивается: при применении РЛС от 3600 до 7100 м

в зависимости от эффективной площади рассеивания; от четырех до семи километров при применении подсистемы ОЭР, в том числе и в темное время суток. Дальность действия подсистемы РЭП — до четырех километров.

«Zala-zont» — портативная система подавления спутниковых навигационных систем (GPS, GLONASS, BeiDou, GALILEO) в радиусе до двух километров обеспечивает безопасность наземных групп от нападения беспилотников камикадзе и снятия точных координат группы (рис. 8в)¹⁵. Эта система весит 800 г вместе с аккумуляторной батареей и помещается в стандартный подсумок магазина от автомата. Для подзарядки или непрерывной работы система подключается к сети 110/220В. Срок непрерывной работы — шесть часов.

Система обнаружения и противодействия БПЛА «Эгида» является одной из дальнобойных систем в своем сегменте и предназначена для скрытного обнаружения и радиоэлектронного подавления малоразмерных БПЛА на территории особо важных объектов (рис. 8г)¹⁶. Заявленная дальность обнаружения позволяет обнаружить БПЛА на расстоянии 21 км и нейтрализовать его каналы связи в радиусе 20 км.

Бесконтактные методы отличаются высокой технологичностью и наукоемкостью производства. Они наиболее приемлемы для охраны особо важных объектов в совокупности с высокоэффективными системами обнаружения. Преимуществом метода, основанного на применении лазерных средств с целью механической деформации подсистем управления или выведения из строя оптической системы БПЛА, является скрытность, а основными недостатками — высокая технологичность обеспечения работоспособности и большие энергозатраты. Наиболее эффективным и скрытным является метод, применяемый для противодействия БПЛА средствами радиоэлектронной борьбы с целью перехвата его управления, постановки помех в работе бортовой электроники и манипуляции протоколами связи. Следующим методом является манипуляция протоколами связи БПЛА (спуфинг). Он является разновидностью применения радиоэлектронной борьбы и подразумевает ряд способов воздействия на систему управления БПЛА.



Рис. 8. а) многофункциональный мобильный комплекс обнаружения и радиоэлектронного подавления БПЛА «Сапсан-бекас»; б) переносной (стационарный) комплекс противодействия БПЛА «Купол-про»; в) портативная система подавления спутниковых навигационных систем «Zala-zont»; з) система обнаружения и противодействия БПЛА «Эгида»

Эксклюзивные разработки российских комплексов противодействия БПЛА: «Купол-про» — переносной (стационарный) комплекс противодействия БПЛА всенаправленного действия в верхней полусфере; «Сапсан-бекас» — мобильный комплекс, позволяющий обнаруживать и радиоэлектронно подавлять БПЛА; «Zala-zont» — портативная система подавления спутниковых навигационных систем; «Эгида» — система обнаружения и противодействия малоразмерных БПЛА на территории особо важных объектов.

Таким образом, бесконтактные методы представляют собой высокотехнологичные комплексы с подготовленными операторами. Неуниверсальность аудио- и лазерных систем является одной из причин малой эффективности их применения в интересах РВСН. Эксплуатация систем РЭБ связана с высокими затратами сложного программно-аппаратного комплекса, которым можно усилить структурные подразделения РЭБ, выполняющие задачи при органах военного управления.

Вывод. Анализ методов противодействия БПЛА показывает приоритетность применяемых в подразделениях РВСН физических методов воздействия. Современное их вооружение включает стрелковое вооружение, эффективность огня которого по далеко летящему малогабаритному БПЛА невелика. Зенитно-ракетные

системы и их версии, интегрированные в автоматизированную систему охраны стационарных объектов, применяемые в Сирийской Арабской республике, показали свою эффективность. Вследствие высокой затратности их применение в условиях мирного времени нецелесообразно.

На начальном этапе построения системы противодействия БПЛА в интересах РВСН использовались установки пуска сетей и средств, представленные в таблице и на рисунке 8,

которые не наносят ему существенного ущерба, но обязывают управляющего аппаратом оператора ответить перед законом. Следующий этап наращивания систем противодействия связан с внедрением систем обнаружения и радиоэлектронного подавления БПЛА на базе подразделений РЭБ. Данный подход к организации противодействия БПЛА способен обеспечить отражение как одиночных, так и массированных его налетов в любых условиях обстановки.

ПРИМЕЧАНИЯ

¹ Обнаружение и противодействие беспилотникам: сайт. Москва, 2020. URL: <http://www.robotrends.ru/robopedia/obnaruzhenie-i-protivodyaystvie-bespilotnikam/> (дата обращения: 15.10.2020).

² Skywall patrol: сайт. Stocksfield, 2020. URL: <https://openworksengineering.com/skywall-patrol> (дата обращения: 15.10.2020).

³ Skywall patrol: сайт. Stocksfield, 2020. URL: <https://openworksengineering.com/skywall-auto-response/> (дата обращения: 15.10.2020).

⁴ Военно-технический сборник «Бастиян»: сайт. Москва, 2020. URL: <http://bastion-opk.ru/pantsir-sm/> (дата обращения: 15.10.2020).

⁵ Рособоронэкспорт: сайт. Москва, 2020. URL: www.roe.ru/catalog/tunguska-m1/ (дата обращения: 15.10.2020).

⁶ Военно-технический сборник «Бастиян»: сайт. Москва, 2020. URL: <http://bastion-opk.ru/tor-m2-ksh-baz-armia-2019> (дата обращения: 15.10.2020).

⁷ ЗАО «Белинсофт»: сайт. Минск, 2020. URL: www.belinsoft.by/news/Belarus-news/beloruskaya-boston-dynamics-razrabotala-boevogo-robotu-dlya-borby-s-dronami/ (дата обращения: 15.10.2020).

⁸ Vaas L. Sound: Yet another Way to smack down drones/L.VAAS//Sophos's award-winning threat news room: сайт. London, 2020. URL: [http://www.nakedsecurity.sophos.com/2015/08/06/sound-yet-another-way-](http://www.nakedsecurity.sophos.com/2015/08/06/sound-yet-another-way-to-smack-down-drones/)

[to-smack-down-drones/](http://www.nakedsecurity.sophos.com/2015/08/06/sound-yet-another-way-to-smack-down-drones/) (дата обращения: 15.10.2020).

⁹ Ростех: сайт. Москва, 2020. URL: www.rostec.ru/news/rostezh-predstavil-kompleks-rat-dlya-borby-s-dronami/ (дата обращения: 15.10.2020).

¹⁰ Phaser high-power microwave system: сайт. Tucson, 2020. URL: www.raytheonmissilesanddefense.com/capabilities/products/phaser-high-power-microwave/ (дата обращения: 15.10.2020).

¹¹ Droneshield: сайт. Sydney, 2020. URL: www.droneshield.com/sentry/ (дата обращения: 15.10.2020).

¹² Военно-технический сборник «Бастиян»: сайт. Москва, 2020. URL: www.bastion-karpenko.ru/rllk-mc-a/ (дата обращения: 15.10.2020).

¹³ АО «Автоматика»: сайт. Москва, 2020. URL: www.ao-avtomatika.ru/catalog/products/kupol-pro/ (дата обращения: 15.10.2020).

¹⁴ АО «Автоматика»: сайт. Москва, 2020. URL: www.ao-avtomatika.ru/catalog/products/mnogofunktionalnyy-kompleks-protivodeystviya-sapsan-bekas/ (дата обращения: 15.10.2020).

¹⁵ Zala aero group: сайт. Москва, 2020. URL: www.zala-aero.com/production/means-of-ew/zala-zont/ (дата обращения: 15.10.2020).

¹⁶ НИИ «Вектор»: сайт. Санкт-Петербург, 2020. URL: www.nii-vektor.ru/kompleks-obnaruzheniya-i-protivodeystviya-bpla-jegida/ (дата обращения: 15.10.2020).