Обзор средств механизации парковочного пространства

07, июль 2012

DOI: 10.7463/0712.0442260

Гнездилов С. Г.

УДК 711.553.17, 621.86/.87.

Россия, МГТУ им. Н.Э. Баумана

gnezdilow@mail.ru

Введение

В настоящее время в связи с активной урбанизацией стремительно развивается городская инфраструктура, увеличивается нагрузка на центральные части городов и, как следствие, повышается стоимость земельных участков, размещенных на них объектов. В сложившихся условиях становится важным вопрос обеспечения горожан местами для хранения автотранспорта. Серьезным конкурентом традиционным автостоянкам там, где средняя стоимость мест хранения относительно высока, являются удобные в эксплуатации и обеспечивающие более рациональное использование парковочного пространства механизированные автостоянки (употребляемые термины «механизированная автостоянка», «система парковки автомобилей», «механизированное устройство», «место хранения» взяты из актуализированной редакции СНиП 21-02-99 «Стоянки автомобилей» [1]), в основу которых положены системы парковки автомобилей (СПА), в которых транспортирование автомобилей к местам хранения осуществляется с использованием механизированных устройств. Применение технических средств расширяет возможности складирования автомобилей, поскольку они

позволяют осуществлять разворот, вертикальное и горизонтальное перемещение автомобилей в весьма стесненных условиях.

Известно множество оригинальных решений СПА, которые, однако, имеют немало общего. Настоящая статья призвана показать круг наиболее распространенных решений СПА и отметить их наиболее существенные отличительные признаки.

Основные конструктивные отличия решений СПА можно представить на основе их классификации по следующим признакам: по уровню автоматизации СПА, по подвижности хранящихся в СПА автомобилей, по конструктивному исполнению средства захвата автомобилей механизированного устройства СПА, по взаимному расположению мест хранения СПА, по наличию возможности беспрепятственного забора автомобилей в СПА, по характеру доступа к местам хранения СПА, по возможности одновременного транспортирования нескольких автомобилей механизированным устройством СПА, а также по геометрической форме обслуживаемого системой парковочного пространства и др.

1. По уровню автоматизации СПА

В зависимости от уровня автоматизации выделим автоматизированные и механизированные системы парковки автомобилей, а также средства однонаправленного транспортирования.

1.1. Автоматизированные СПА

В автоматизированных СПА автомобили, принимающиеся на хранение, через специальное помещение (далее – терминал) подаются на механизированное устройство, которое, в свою очередь, в автоматизированном режиме по определенному алгоритму без участия человека обеспечивает компактное размещение автомобилей в обслуживаемом им парковочном пространстве. Автоматизированными в основном являются системы, обеспечивающие складирование автомобилей на стеллажах: системы

цилиндрического типа, с узкопроходными стеллажами, башенного типа, являющегося частным решением СПА с узкопроходными стеллажами, а также различные разновидности систем циркуляционного типа.

На рис. 1 представлена схема примера конструктивного исполнения подземной многоуровневой автоматизированной системы парковки автомобилей цилиндрического типа, где в качестве рабочих органов средств захвата автомобилей используются гребенчатые перехваты. Принцип работы системы таков: автомобиль А въезжает на гребни Б, расположенные в приемном терминале В. После успешной передачи автомобиля в терминал В под гребни Б в сложенном состоянии въезжает каретка Г, перемещающаяся относительно поворотной платформы Д, закрепленной на подъемнике. Заняв требуемую позицию, каретка выдвигает вверх закрепленные на ней гребни, которые посредством сквозного прохода подвижных гребней через неподвижные перехватывают автомобиль А. После перехвата каретка Г возвращается на платформу Д и перемещается на другой уровень системы (рис. 1, снизу). Вертикальное перемещение платформы Д одновременно сопровождается ее разворотом к надлежащему месту хранения Ж. После занятия платформой требуемой позиции происходит выдвижение каретки Г вглубь области места хранения Ж, а затем производится втягивание закрепленных на каретке гребней, в результате которого автомобиль А встает на неподвижные гребни, принадлежащие месту хранения Ж. Освобожденная от автомобиля каретка Г возвращается на платформу и готова к обслуживанию следующего автомобиля. В данной системе, основываясь на изложенных выше принципах, передача автомобилей пользователям осуществляется в терминале выдачи З.

Рис. 1. Схема плана загрузочного (сверху) и рабочего (снизу) уровней многоуровневой подземной автоматизированной системы парковки автомобилей цилиндрического типа

Известны системы цилиндрического типа, в которых места хранения обслуживаются несколькими подъемниками, располагающимися в центральном проходе и работающими независимо друг от друга. Вместимость существующих СПА цилиндрического типа, как правило, не превышает 400 мест хранения [2].

На рис. 2 приведен пример схемы плана загрузочного и рабочего уровней многоуровневой автоматизированной СПА с системой складирования в виде узкопроходных стеллажей, обслуживаемых поэтажными транспортными тележками, с двумя подъемниками и четырьмя терминалами. Принцип работы этой системы таков: вновь прибывший автомобиль А въезжает на поддон Б, размещенный на поворотном столе В терминала Г системы. После успешной

установки автомобиля его пассажиры выходят из помещения терминала и, зарегистрировав на специальной парковочной стойке запрос на хранение автомобиля, могут покинуть территорию автостоянки. После регистрации запроса автоматически ограничивается доступ в терминал извне, специальными устройствами удостоверяется отсутствие посторонних объектов внутри терминала, после чего поддон вместе с автомобилем специальным устройством перегружается на подъемник Д, который перемещает их на определяемый системой управления рабочий уровень автостоянки. Затем производится перемещение поддона с автомобилем из подъемника на транспортную тележку Е, которая затем транспортирует их по проходу Ж к требуемому свободному месту хранения З и участвует в их перегрузке на него. Процесс передачи автомобиля с места хранения в терминал совершается в обратном порядке и отличается тем, что автомобиль вместе с поддоном, преодолев подъемник И и разместившись на поворотном столе К, разворачивается на 180 градусов для облегчения выезда из терминала. После этого открывается доступ в терминал владельцу автомобиля.

Рис. 2. Схема плана загрузочного (слева) и рабочего (справа) уровней многоуровневой автоматизированной системы парковки автомобилей

Стеллажи подобных систем могут также обслуживаться кранами-штабелерами, перемещающимися по проходу Ж (рис. 2) и обеспечивающими вертикальное (относительно кранов-штабелеров) перемещение (в некоторых случаях также поворот относительно вертикальной оси) транспортируемых автомобилей. Как правило, один кран-штабелер обслуживает не более 150 мест хранения [3].

На рис. 3 представлена схема фронтального разреза автоматизированной СПА башенного типа. В данном решении «захват» автомобилей производится через поддоны. Перемещение груженых поддонов осуществляется по двух координатам: по вертикали – подъемником, по горизонтали – ленточными конвейерными транспортерами. Принцип работы этой системы следующий: автомобиль А въезжает в терминал Б и занимает требуемую позицию на поддоне В, установленном на платформе Г подъемника. После успешной передачи автомобиля производится разворот поддона В вместе с автомобилем А на 180 градусов. (Поворотное устройство установлено на платформе подъемника.) Затем подъемник по проходу Д вертикально перемещает автомобиль на требуемый уровень и в результате синхронной работы смежных конвейерных транспортеров производится смещение автомобиля на свободное место хранения Е. Перед постановкой очередного автомобиля на хранение из накопителя Ж в терминал Б подается свободный поддон. Выдача автомобиля выполняется в обратном порядке, повторный разворот автомобиля не производится. При извлечении автомобиля 3 стоящий рядом автомобиль предварительно переставляется на ближайшее свободное место хранения. Число уровней СПА башенного типа, как правило, не превышает 25 [2].

Рис. 3. Схема многоуровневой автоматизированной СПА башенного типа

Еще одна распространенная разновидность СПА – это система циркуляционного типа. По сравнению с перечисленными выше решениями она обеспечивает наиболее эффективное использование парковочного пространства, что сопряжено с ограничением прямого доступа ко многим местам хранения. В основу работы таких систем положен принцип циркулирования мест хранения (поддоны с автомобилями либо без них) по замкнутой траектории, которая может располагаться как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскости и иметь прямоугольную форму (нем. Umsetzparker) либо форму прямоугольника, малым сторонам которого придан выпуклый вид (нем. Umlaufparker). На рис. 4 представлена схема решения автоматизированной СПА циркуляционного типа, располагающейся около объекта А. Рабочая область механизированного устройства системы, обслуживаемая терминалом Б, поделена на области В и Г, в каждой из которых по прямоугольной траектории обеспечивается циркулирование мест хранения. Обе области справа имеют канал сообщения друг с другом. Верхняя область предназначена для содержания в ней пустых поддонов и автомобилей, первоочередное перемещение в терминал которых наиболее вероятно. В области Г содержатся автомобили, время выдачи которых неопределенно либо предполагается после выдачи автомобилей, находящихся в области В. Принцип

работы системы следующий: автомобиль въезжает в терминал Б на предварительно доставленный из области В поддон. После успешной передачи автомобиля (включает указание пользователем ориентировочной продолжительности хранения автомобиля) механизированному устройству поддон с автомобилем из терминала вертикально опускается в область В. При расположении в области Г хотя бы одного автомобиля, время выдачи которого будет предшествовать времени выдачи вновь поставленного на хранение автомобиля, система автоматически производит их рокировку. Для этого поддон с автомобилем из области Г занимает крайнюю правую позицию и на подъемнике перемещается на нижний уровень области В. Затем производится сдвиг этого автомобиля и стоящих рядом с ним автомобилей до упора влево. Одновременно перемещается верхний ряд автомобилей области В направо таким образом, чтобы поддон с вновь прибывшим автомобилем оказался в крайней правой позиции. Далее он беспрепятственно перемещается в нижнюю область Г.

По соображениям динамики вместимость систем циркуляционного типа не превышает 30 мест хранения [2], а в некоторых случаях – 40-50 единиц [4].

Рис. 4. Схема автоматизированной СПА циркуляционного типа

1.2. Механизированные СПА

В механизированных СПА терминал как специальное помещение, соответствующее определенным требованиям для автоматизированных СПА, отсутствует и предполагается определенное участие человека в процессах постановки и возврата автомобилей. В таких системах, как правило, автомобили устанавливаются непосредственно на места их хранения. Наиболее многочисленные представители таких систем – системы роторного и модульного типов, а также маломестные СПА.

Решения механизированных СПА роторного типа по принципу транспортирования автомобилей наиболее приближены к автоматизированным СПА циркуляционного типа. Для них характерно наличие связи между соседними местами хранения, потому в них не предусмотрена возможность изменения взаимного расположения мест хранения. Среди многочисленных разновидностей СПА роторного типа (подробную классификацию см. [5]) наиболее распространена их разновидность – автомобильный накопитель элеваторного типа (рис. 5), для которого характерно наличие пары цепных звездочек, приводящих в движение пару бесконечных цепей, на которых равноудалено друг от друга консольно закреплены несущие платформы. Выполнение одной парковочной операции сопровождается одновременным перемещением всех несущих платформ с расположенными на них автомобилями до тех пор, пока требуемое место хранения не займет загрузочную позицию. Такие простые в установке системы позволяют в узких проемах между сооружениями на участках небольшой площади (около 30 м²) размещать до 20 автомобилей. Известны случаи одновременной установки нескольких таких систем на специально подготовленной площадке (рис. 6).

Рис. 5. Автомобильный накопитель элеваторного типа
(DONGSUNG Plant & Parking & Co, Ltd)

Рис. 6. Автостоянка с несколькими автомобильными накопителями элеваторного типа
(Dongguan Weichuang Dongyang Automation Equipment Co., Ltd)

Среди других систем с относительно большим числом мест хранения СПА модульного типа позволяют обеспечивать наиболее компактное размещение автомобилей, что обеспечивается посредством придания местам

хранения подвижности по нескольким координатам. Принцип действия системы схож с принципом, лежащим в основе игры «Пятнашки»: продвижение определенного поддона в системе в требуемом направлении производится в результате выполнения определенных манипуляций с соседними поддонами для устранения препятствий. На рис. 7 представлена схема решения такой системы, в соответствии с которой доставка поддона с автомобилем А на загрузочный уровень В (имеется доступ пользователей ко всем местам хранения, расположенным на данном уровне) системы осуществляется по проходу, образуемому в результате бокового смещения блока автомобилей В. Принцип работы данной СПА имеет много общего с принципом работы мобильных стеллажей, используемых в складском хозяйстве. Система может состоять из одного либо нескольких слоев мест хранения, сориентированных горизонтально либо вертикально.

Рис. 7. Схема фронтального разреза механизированной СПА модульного типа

Еще один многочисленный класс механизированных СПА – это маломестные системы, отличающиеся от других систем относительно небольшой вместимостью. Они позволяют увеличить вместимость площадок, рассчитанных на одно место хранения, в несколько раз за счёт использования свободного пространства над и/или под ними [6]. Наиболее простые решения маломестных СПА (рис. 8, а, б, в), рассчитанные на два автомобиля,

обеспечивают вертикальный подъем первого автомобиля на высоту достаточную для свободного заезда под него второго автомобиля. Достоинством указанных вариантов является возможность увеличения вместимости площадки рассчитанной под один автомобиль в два раза, недостатком – то, что выезд верхнего автомобиля невозможен без предварительного выезда нижнего автомобиля. Этот недостаток отсутствует в подобных системах (рис. 8, г, д), для размещения которых предусматривается специальный приямок. Поддоны таких систем синхронно вертикально перемещаются до совмещения требуемого поддона с уровнем подъездного пути. В системе, представленной на рис. 8, г, число мест хранения может быть увеличено за счет изменения числа поддонов и соответствующего углубления приямка и т.п. Известны также системы, не нуждающиеся в приямке и обеспечивающие независимое использование обоих мест хранения (рис. 8, е) [7]. В такой системе подвижной поддон может быть смонтирован на поворотном устройстве, обеспечивающем его разворот относительно вертикальной оси на 90 градусов до совмещения направления заезда на поддон с основным направлением движения потока автомобилей.

Рис. 8. Схемы решений маломестной системы парковки автомобилей

1.3. Средства однонаправленного транспортирования

Некоторые решения (рис. 8, а–в, е) маломестных СПА следует отнести к средствам однонаправленного транспортирования, поскольку последние обеспечивают кратковременное перемещение автомобилей по определенной и, как правило, несложной траектории. К таковым также относятся: поворотный стол, осуществляющий разворот автомобилей на требуемый угол относительно вертикальной оси, подъемник, производящий вертикальное либо наклонное межуровневое перемещение автомобилей, подвижные платформы и «загонщик» автомобилей. На рис. 9 даны примеры использования средств однонаправленного перемещения автомобилей на многоуровневой механизированной автостоянке. В соответствии со схемой вновь прибывший автомобиль А с загрузочного уровня на подъемнике Б перемещается на уровень хранения. Покинув подъемник, автомобиль въезжает на поворотный стол В, который разворачивает его на угол, облегчающий дальнейшее продвижение автомобиля. По завершении вращения стола, автомобиль по проходу Г въезжает на поддон загонщика автомобилей Д либо на свободную подвижную платформу Е, либо, проехав между подвижными платформами – на свободное место хранения маломестной системы парковки автомобилей Ж. Доступ к загороженным местам хранения Ж обеспечивается в результате определенного смещения платформ Е.

Рис. 9. Схема плана незагруженного уровня многоуровневой механизированной автостоянки, оснащенной средствами однонаправленного транспортирования автомобилей

2. По подвижности хранящихся в СПА автомобилей

Различные СПА в зависимости от их конструктивного исполнения могут обеспечивать разную подвижность хранящихся в них автомобилей. К СПА, в которых положение всех автомобилей в течение всего времени хранения (после транспортирования из терминала и до отправки в него) неизменно, относятся системы с узкопроходными стеллажами (рис. 2), башенного типа (рис. 3), цилиндрического типа (рис. 1), некоторые разновидности маломестных систем (рис. 8, а-в, е).

В других системах выполнение отдельных парковочных операций сопровождается одновременным изменением положения части либо всех хранящихся в СПА автомобилей. В таких системах может быть востребовано смещение любого хранящегося в них автомобиля. Как правило, к таким СПА относятся системы циркуляционного (рис. 4) и роторного (рис. 5) типов, некоторые решения маломестных систем (рис. 8, г, д), отдельные разновидности систем цилиндрического типа.

К третьей группе относятся системы, в которых лишь часть хранящихся автомобилей в период хранения не изменяет своего положения. Данный принцип реализуется, например, в СПА модульного типа, представленной на рис. 7.

3. По конструктивному исполнению средства захвата автомобилей механизированного устройства СПА

Известны различные конструктивные исполнения (рис. 10) средств захвата автомобилей (СЗА) (в автоматизированных системах обеспечивают прием автомобилей в терминале, их удержание во время транспортирования и постановку на место хранения) механизированных устройств СПА, конфигурацию которых во многом определяет тип применяемого рабочего (захватывающего) органа. Встречаются следующие конструктивные исполнения рабочих органов: ножничные захваты (рис. 10, а), гребенчатые перехваты (рис. 10, б), поддоны (рис. 10, в), бесконечные тяговые органы на основе пластин (рис. 10, г) либо ленты (рис. 10, д), роликовый конвейер (рис. 10, е).

Рис. 10. Схемы исполнений рабочих органов средств захвата автомобилей

В зависимости от типа применяемых рабочих органов и конфигурации СПА СЗА бывают подвижными (в пределах системы) либо стационарными. Вид СЗА также влияет на возможность одновременного транспортирования нескольких автомобилей (характерно для систем со стационарными местами хранения). СЗА реализуют последовательную либо параллельную схему транспортирования автомобилей. В первом случае транспортирование очередного автомобиля осуществляется лишь после обслуживания предыдущего, во втором – возможно одновременное перемещение нескольких автомобилей.

Не все исполнения рабочих органов СЗА обеспечивают возможность кратковременной передачи автомобилей от одного рабочего органа СЗА к другому (прежде всего это относится к системам с механизированными устройствами, состоящими из нескольких компонентов, выполняющих отдельные транспортные операции). Способность СЗА осуществлять кратковременную передачу автомобилей от одного рабочего органа к другому позволяет транспортировать автомобили по параллельной схеме, в ином случае целесообразна работа механизированного устройства по последовательной схеме. По последовательной схеме работают, как правило, СПА, в которых в качестве рабочих органов СЗА используются ножничные захваты (рис. 10, а).

4. По взаимному расположению мест хранения СПА и по геометрической форме обслуживаемого системой парковочного пространства

В разнообразных решениях СПА взаимное расположение мест хранения может быть различным. Наиболее компактное размещение автомобилей обеспечивается при параллельно-последовательном, последовательном либо параллельном ориентировании мест хранения системы (рис. 11). О параллельно-последовательном расположении мест хранения можно говорить тогда, когда отношение количества мест в одном ряду к количеству рядов менее 1,5-2,0. Системы с таким расположением мест хранения, главным образом, занимают парковочное пространство, имеющее форму

параллелепипеда, размеры сторон которого могут как незначительно, так и существенно отличаться друг от друга: один размер существенно больше двух других или два размера значительно больше третьего.

Рис. 11. Схема вариантов взаимного расположения мест хранения в СПА:
А – параллельно-последовательное, Б – параллельное, В – последовательное

Места хранения могут быть привязаны к парковочному пространству цилиндрической формы (рис. 1) и располагаться вдоль либо поперек венца образующей цилиндра. Места хранения komponуются таким образом, чтобы между ними обеспечивался свободный относительный поворот (вокруг центральной оси цилиндра) транспортируемых автомобилей. По этой причине известные решения СПА цилиндрического типа на каждом уровне содержат не менее 4 мест хранения.

При встраивании СПА в сложившуюся инфраструктуру геометрическая форма используемого парковочного пространства может принимать сложные очертания.

5. По наличию возможности беспрепятственного забора автомобилей в СПА и по характеру доступа к ее местам хранения

Некоторые решения (рис. 8, а-в) маломестных СПА принято характеризовать как «зависимые». Это означает, что в таких системах к части мест хранения отсутствует прямой доступ. Такие системы работают по

принципу «последним прибыл – первым убыл», который распространяется на неавтоматизированные разновидности СПА.

В автоматизированных СПА доступ к местам хранения также может быть прямым либо прямокосвенным. В первом случае механизированное устройство обслуживает каждое место хранения без совершения дополнительных манипуляций, во втором – в ряде случаев необходимо выполнение дополнительных действий по перестановке препятствующих объектов. Данное обстоятельство продемонстрировано в описании принципа действия системы, представленной на рис. 3. Организация прямокосвенного доступа в ряде случаев позволяет добиваться относительно высокого коэффициента использования парковочного пространства.

6. По возможности одновременного транспортирования нескольких автомобилей механизированным устройством СПА

Важной характеристикой, влияющей на производительность механизированного устройства системы со стационарными местами хранения, является его способность производить одновременное транспортирование нескольких автомобилей. Системы могут работать по последовательной либо параллельной, либо параллельно-последовательной схеме. В первом случае транспортирование очередного автомобиля осуществляется лишь после обслуживания предыдущего, во втором – возможно одновременное перемещение нескольких автомобилей. К третьей группе относятся системы, предназначенные для работы по параллельной схеме при однонаправленной нагрузке, и по последовательной схеме – при смешанной нагрузке.

На рис. 12 представлены примеры блок-схем последовательности передачи транспортируемых автомобилей в различных системах. Схема, представленная на рис. 12, а (соответствует системе, показанной на рис. 2), имеет разветвленную сеть маршрутов транспортирования единиц хранения. Механизированное устройство такой системы может одновременно транспортировать несколько автомобилей в оба направления, что

положительно отражается на значении времени выдачи автомобилей. В системах, оснащенных челноком (рис. 11, б), возможность одновременного транспортирования нескольких автомобилей (единиц хранения) отсутствует.

Рис. 12. Блок-схема последовательности передачи транспортируемых автомобилей от компонента к компоненту механизированных устройств систем: а – с возможностью одновременного транспортирования автомобилей; б – с последовательным транспортированием автомобилей

Конструктивно СПА могут быть также классифицированы по их расположению относительно уровня земли на подземные, надземные и полуподземные, а также по их назначению в зависимости от круга пользователей на системы с ограниченным (узкий круг пользователей) либо открытым (для общего пользования) либо частично ограниченным доступом.

Системы парковки автомобилей активно внедряются в России, однако до сих пор они не нашли широкого применения. Необходимо всемерно увеличивать долю существующих хорошо встраивающихся в сложившуюся городскую инфраструктуру и эффективно использующих парковочное пространство автостоянок, основанных на применении средств механизации. Этому, в частности, будет способствовать широкое информирование потенциальных потребителей как о преимуществах механизированных автостоянок перед традиционными, так и обо всем многообразии конструктивных решений систем парковки автомобилей.

Литература

1. СП 113.13330.2012. Стоянки автомобилей. Parkings. Актуализированная редакция СНиП 21-02-99* (Вводится в действие с 01.01.2013). М.: Минрегион России, 29.12.2011. 32 с.
2. Irmischer I. Benutzerfreundliche automatische Parksysteime – Besondere Anforderungen – Planung – Einsatz // GIVT Gesellschaft fuer Innovative Verkehrs Technologien mbH. URL: www.givt.eu.
3. The dimensions of parking. Urban Land Institute. 5th ed., 2010. 204 p.
4. Steierwald G., Kuenne H. D., Vogt W. Stadtverkehrsplanung: Grundlagen, Methoden, Ziele. 2 Auflage. В.: Springer, 2005. 829 S.
5. Гнездилов С. Г. Разработка методики оптимального проектирования несущей металлоконструкции автомобильного подъемника элеваторного типа гаражного комплекса: дис. ... канд. техн. наук: 05.05.04. М., 2011. 253 с.
6. Развитие классификации и терминологии в области механизированных автомобильных стоянок / С. Г. Гнездилов [и др.] // Подъемно-транспортное дело. 2009. № 5–6. С. 12–14.
7. Pat. CN201679255 (U). Connection rod type 3D garage. China. Prior. Date 26.03.2010; Pub. Date 22.12.2010.

Overview: mechanical means of parking spaces

07, July 2012

DOI: 10.7463/0712.0442260

Gnezdilov S.G.

Russia, Bauman Moscow State Technical University
gnezdilow@mail.ru

The article presents information about the most common car parking systems based on the use of mechanized equipment. The author highlights key design features of these types of systems.

Publications with keywords: [car parking system](#), [mechanized car parking lot](#), [parking](#), [mechanization of parking space](#)

Publications with words: [car parking system](#), [mechanized car parking lot](#), [parking](#), [mechanization of parking space](#)

References

1. *Set of Rules 113.13330.2012. Parkings*. Actualized edition of Construction Norms and Specifications 21-02-99* (To be put into effect with 01.01.2013). (In Russ.). Moscow, Ministry of Regional Development of RF, 2011. 32 p.
2. Irmscher I. *Benutzerfreundliche automatische Parksysteme. Besondere Anforderungen – Planung – Einsatz* [User-friendly automatic parking systems. Specific requirements - planning – use]. GIVT Gesellschaft fuer Innovative Verkehrs Technologien mbH. Available at: [http:// www.givt.eu](http://www.givt.eu).
3. *Dimensions of parking*. 5th ed. Washington, DC, Urban Land Institute, 2010. 204 p.
4. Steierwald G., Kuenne H. D., Vogt W. *Stadtverkehrsplanung: Grundlagen, Methoden, Ziele*. 2. Auflage [Urban transport planning: Principles, methods, goals. 2nd ed.]. Berlin, Springer, 2005. 829 p.
5. Gnezdilov S.G. *Razrabotka metodiki optimal'nogo proektirovaniia nesushchei metallokonstruktsii avtomobil'nogo pod'emnika elevatornogo tipa garazhnogo kompleksa*. Diss. kand. tekhn. nauk [Development of methodology for optimal design of automotive lift elevator-type bearing metal structure for a garage complex. Cand. tech. sci. diss.]. Moscow, Bauman MSTU Publ., 2011. 253 p.
6. Gnezdilov S.G., Bystrov E.O., Vershinskii A.V., Shubin A.N. *Razvitie klassifikatsii i terminologii v oblasti mekhanizirovannykh avtomobil'nykh stoianok* [Development of classification

and terminology in the field of mechanized parking]. *Pod"emno-transportnoe delo* [Lifting and transporting], 2009, no. 5-6, pp. 12-14.

7. *Connection rod type 3D garage*. Patent CN201679255 (U). China. 22.12.2010.