

УДК 727.64

Э. И. Верещагина, Е. А. Галустова

Южный федеральный университет

ИНТЕГРАЦИЯ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ГОРОДСКИХ АГРОФЕРМ В СТРУКТУРУ ЗАСТРОЙКИ КРУПНЫХ ГОРОДОВ

Рассмотрены вопросы развития городских вертикальных агроферм в системе крупных городов. Проведен анализ опыта проектирования городских агроферм в мировой практике. Выявлены градостроительные, объемно-планировочные и функциональные особенности городских агроферм. Отмечено, что включение вертикальных городских агроферм в структуру селитебных территорий городов в составе многофункциональных комплексов является перспективным для формирования комфортных городских пространств.

К л ю ч е в ы е с л о в а: городские фермы, архитектура вертикальной агрофермы, городская среда, общественный огород, многофункциональность, общественное пространство.

Введение

Объектом исследования является вертикальная городская агроферма. В качестве *предмета исследования* выступает интеграция вертикальной агрофермы в структуру крупного города.

Цель исследования — выявление особенностей архитектурного формирования городских агроферм в зависимости от района крупного города.

Для достижения цели поставлены следующие *задачи*: проанализировать опыт проектирования и строительства вертикальных агроферм; выявить градостроительные, объемно-планировочные и функциональные особенности агроферм в крупных городах; по результатам проведенного анализа раскрыть преимущества фермы в городе и ее составляющих.

Выдвигается гипотеза, что вертикальная агроферма имеет зависимость от градостроительного расположения и его функционального наполнения, объемно-пространственной структуры и стилистических характеристик объекта. Границы исследования охватывают высотные объекты, включающие функции растениеводства.

Научный контекст исследования формируется из общих трудов по архитектуре, изданий, посвященных принципам проектирования растениеводческих зданий и сооружений и рассматривает влияние технологий в области выращивания растений и экономии энергоресурсов на формирование зданий и сооружений агроферм. Вопросы, освещаемые в данном исследовании, частично представлены в ранее вышедших статьях.

Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН (Food and Agriculture Organization of the United Nations — FAO) прогнозирует замедление темпов роста традиционного сельскохозяйственного производства с текущих 2 до 1,5 % в год в следующем десятилетии [1]. Численность населения планеты растет, его большая часть живет в крупных городах и мегаполисах, а отрасли сельского хозяйства вынуждены искать новые решения производства продуктов питания и сырья [2].

Производство сельскохозяйственной продукции играет ведущую роль для Ростовской области, ее почвенные ресурсы являются одними из основных для страны. Однако современные агротехнологии опираются на интенсивные и экстенсивные методы освоения территорий, приводящие к истощению почв и химическому загрязнению. Из-за неэффективной работы страна каждый сезон теряет около 40 % урожая на разных стадиях сельскохозяйственного производства.

С приходом в городские пространства плотной высотной застройки и, практически, исключением зеленых зон из контекста городской среды, загрязнение воздуха выбросами от автомобилей и стационарных источников, быстрое развитие научно-технического прогресса (или использование его достижений) привело к тому, что все более нарастает экологический кризис крупных городов. Высотное строительство составляет одно из звеньев современного интенсивного градостроительного развития мегаполисов. В таких условиях важно контролировать постоянные изменения градостроительного облика, сохраняя гармоничность застройки и комфорт городской среды [3].

Однако к концу XX в. появились технологии, позволяющие перейти на новую парадигму выращивания растений для производства продуктов питания — вертикальные фермы. Важным преимуществом вертикальных ферм является то, что они оказывают значительно меньшее воздействие на окружающую среду, чем традиционные хозяйства. Вертикальные фермы более приемлемы в экологическом плане, т. к. они существенно снижают вредные выбросы от транспорта, кроме того, нет необходимости вспахивать землю [4]. За прошедшие столетия сооружения для растениеводства претерпели эволюцию в своем архитектурном облике, что непосредственно связано с их функциональным назначением. Трансформация и переосмысление подходов к проектированию архитектуры бионаправления, возможности высоких технологий в архитектуре направлены на примирение и сохранение баланса в живом мире [5]. Новые технологии вертикального выращивания растений разработаны в режиме 100%-го отсутствия их негативного воздействия на окружающую среду и человека. Можно назвать такую концепцию идеей «огорода в городе», где выращивание агропродукции может служить не только продовольственному вкладу, но и знакомить городское общество с данной отраслью, при этом улучшать экологические показатели мегаполисов [1]. Фермерство в градостроительстве рассматривается в рамках крупных и долгосрочных стратегических проектов, а также в решениях крупных комплексов. Важнейшую роль в таких проектах играет экономика и зонирование территории [6].

В исследовании применен анализ опыта проектирования, строительства и эксплуатации агроферм с выделением градостроительных, объемно-планировочных и функциональных особенностей городских агроферм.

Архитектурные проекты вертикальных агроферм

Проект вертикальной фермы-небоскреба в Сан-Диего Брендона Мартеллы. Архитектор предлагает построить объект под названием Live Share Grow (рис. 1, а), включающий жилой комплекс и агроферму, который будет обеспечивать 10 % спроса горожан в продуктах питания [7]. Небоскреб предполагается расположить в популярном районе Сан-Диего с развитой инфраструктурой

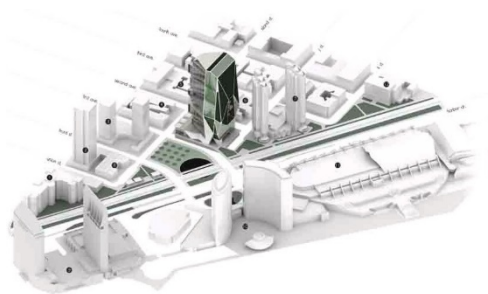
турой и высокой транспортной доступностью, среди других жилых небоскребов, офисов, туристических достопримечательностей и очень близко к заливу (рис. 1, б),

Здание делится на два объема (рис. 1, в), где на одной стороне многоэтажного комплекса находится вертикальная ферма для выращивания растений методом аквапоники, а на другой стороне — комфортные апартаменты. В жилом блоке присутствует два типа квартир — 92 и 55 м², часть из которых является двухэтажными. Также в небоскребе планируется расположить торговые точки и образовательные центры, подземный паркинг на три этажа, что освободит участок и даст больше зеленых зон, которые объединят район и общественное пространство залива.

Кроме того, отходы и сточные воды могут быть утилизированы путем рециркуляции, использованы для аквапоники и получения тепловой энергии в промышленном блоке.



а



б



в

Рис. 1. Проект вертикальной фермы-небоскреба Брендона Мартелла (Сан-Диего):
а — общая панорама; б — 3D-вид фермы-небоскреба Брендона Мартелла в структуре города;
в — разрез фермы-небоскреба Брендона Мартелла

Жилой комплекс для пожилых людей Homefarm представлен архитекторами SPARK (рис. 2, а). Он будет расположен в полностью урбанизированном городе-государстве Сингапуре [8]. Комплекс включает в себя всю необходимую инфраструктуру, рынок, пруды и грядки для выращивания фруктов и овощей. СПАРК предлагает решение экологических и продовольственных

проблем посредством зеленых террас, крыш и вертикальных садов, где будут расти свежие овощи и фрукты, которые затем можно продать на рынке, запланированном на первом этаже, что обеспечит жильцам доход.

В основу проектной концепции архитекторы заложили смешение двух совершенно разных сфер: городской — это жилье разного уровня для пожилых людей и загородной жизни в форме садов-огородов высокотехнологичного типа с использованием технологии выращивания на аквапонике. 300 квартир разных размеров (от 36 до 165 м²) рассчитаны на проживание от двух до восьми человек в каждой [9]. Комплекс представляет собой 8-этажный изогнутый блок с жильем и длинными садовыми террасами, который стоит на пяти 3-этажных подиумах, сгруппированных вокруг сада посередине и соединенных переходами. Жители комплекса, занимающиеся сельским хозяйством в сообществе единомышленников на территории проектируемого объекта, создают собственное культурное пространство в скверах и огородах. На разных уровнях комплекса расположены сельскохозяйственный центр, рынок, супермаркет натуральных продуктов, оздоровительно-социальные центры, библиотека, детский сад и торговый центр. Огороды в проекте представлены в трех вариантах — один вертикальный и два горизонтальных, с обычными грядками [10].

Вертикальная ферма на аквапонике общей площадью 7500 м² расположена прямо на фасадах двора. Также предусмотрен традиционный почвенный огород площадью 5800 м², который расположен на подиуме. А небольшие линейные узкие грядки (общая площадь 1500 м²) устраивают на террасах по периметру уличных фасадов и на перилах подиума. (рис. 2, б).

Экологическая устойчивость и эффективность «домашней фермы» предлагается повысить за счет таких функций как сбор дождевой воды для аквапонных систем, использование растительных отходов для производства энергии. За периметром комплекса расположены 4 водоотводных бассейна и вход в подземный паркинг.

Вертикальная ферма в Джексон-Хоул (рис. 3, а) работает уже несколько лет и позволяет решать продовольственную проблему города — большая часть продуктов завозится в город извне, поскольку город расположен в горной местности, климат здесь субарктический с большими суточными колебаниями температуры [11].

Проект вертикальной фермы — многоэтажной теплицы для Джексона разработала компания Larssen Ltd. Площадью объекта — 1250 м², это позволяет выращивать 45 т овощей ежегодно. В традиционной земледелии для получения такого урожая необходимо 2 га традиционных полей и благоприятные погодные условия. Конструкция спроектирована бюро E/Ye Design. Высота этой необычной теплицы около 10 м, а ширина — около 50 м. Разработчики фермы тщательно планировали выращивать только ту продукцию, которая импортируется, тем самым, не конкурируя с местными фермами, а наоборот, поддерживая местный бизнес за счет экономии на транспортных расходах. К зданию примыкает парковка, предполагается размещение образовательных и торговых организаций.

Вертикальная структура из стекла и стали состоит из 3 этажей (рис. 3, б). Первый этаж отдан под производство зерновых культур, здесь же будет располагаться магазин по продаже свежих овощей и фруктов, хранилище гото-

вой продукции, технические помещения и комнаты отдыха персонала. Второй этаж — это помещение под проращивание семян, помещение с уже проросшими семенами, а также производство трав и салатов. На третьем этаже предусмотрено выращивание томатов. На каждом этаже организованы обзорные платформы и вертикальные сады с атриумами [11].



а



б

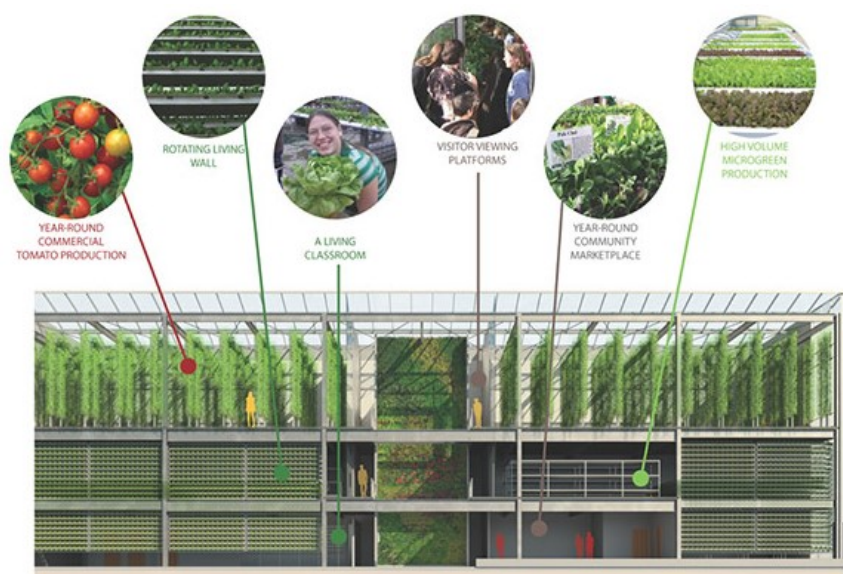
Рис. 2. Жилой комплекс для пожилых людей Homefarm от SPARK (Синапур):
а — 3D-вид на комплекс; *б* — визуализация внутреннего пространства

Благодаря системе рециркуляции воды и использованию гидропонии, по сравнению с традиционными методами выращивания урожая на почве, город экономит огромное количество воды, что очень важно для его экологии.

Штаб-квартира кадрового и рекрутингового агентства Pasona Group в Японии объединила городское сельское хозяйство и офисную деятельность в одном здании, где сельскохозяйственные культуры и сотрудники разделяют общее пространство (рис. 4). Выращивание культур больше не ассоциируется с сельской местностью или с крупными сельскохозяйственными полями, городское сельское хозяйство набирает все большую популярность.



a



b

Рис. 3. Вертикальная ферма в Джексон-Хоул: *a* — внешний вид; *b* — продовольственные уровни и кросс-секции фермы в Джексон-Хоул

Для того, чтобы воплотить такой зеленый объект в жизнь, Pasona полагалась на глубокие профессиональные знания японских архитекторов компании Kono Designs из Нью-Йорка. Они отремонтировали 50-летнее девятиэтажное здание, расположенное в центре Токио и оформили 4000 м² пространства, чтобы посадить более 200 видов сельскохозяйственных культур. Проект, помимо двойного зеленого фасада, включает конференц-зал, офисы, кафетерии, сад на крыше и самое главное — городское фермерское хозяйство, интегрированное в здание [12]. Помещение оборудовано гидропонной системой для салатов и зелени, автоматической системой полива, а также люминесцентным и светодиодным освещением.

Кроме того, Smart-технологии климат-контроля следят за влажностью, температурой и ветром, чтобы обеспечить сотрудников удобным рабочим местом и оптимизировать рост урожая в течение вечера. Такой дизайн способствует отдыху и повышает продуктивность персонала. Собранные фрукты

и овощи затем используются в кафетерии компании для приготовления обеда офисным работникам. Фасад здания тоже зеленый — на балконах высажены апельсиновые деревья и сезонные цветы. На стенах сконструирована сетчатая конструкция, благодаря чему появилась дополнительная глубина (около 1 м) и объем для устройства зеленой стены. Поскольку растения лишь частично зависят от внешних климатических условий, они практически круглогодично оживляют стены, которые стали отличительной чертой штаб-квартиры Pasona [13].



Рис. 4. Штаб-квартира кадрового и рекрутингового агентства Pasona Group

Результаты анализа опыта проектирования вертикальных городских агроферм

Опыт последнего десятилетия показывает, что агропромышленные предприятия государственной и коллективной форм собственности испытывают необходимость в трансформации их архитектурно-пространственной среды. Каждый из многочисленных видов агропромышленных предприятий обладает своими особенностями в решении вопросов градостроительного и архитектурного проектирования [14]. Городские агрофермы являются отправной точкой сельскохозяйственного прогресса как в своей сфере, так и в архитектуре городов, их благоустройстве и планировке. Местоположение является ключевым фактором формирования среды. От градостроительного расположения зависит роль будущего объекта в структуре города. Так, чем дальше от центра будет расположен объект, тем более упрощенной будет его функциональное наполнение, концентрируясь только на важных производственных процессах, и наоборот, агроферма, внедренная в развитую городскую среду, будет включать большое количество функций и рассматриваться как многофункциональный объект.

Большое количество функций — важная часть архитектурно-планировочной структуры городской агрофермы. При анализе опыта проектирования выявлено, что функции могут быть как производственными, так общественными и жилыми. В объемно-пространственной структуре они будут надстраиваться в вертикальном направлении друг над другом или делить объем здания на несколько равных частей, создавая единый многофункциональный объект.

нальный комплекс. Совокупность функций, присущих городским фермам, делает их точками притяжения жителей и новыми общественными пространствами [3]. Включение вертикальных городских агроферм в структуру жилых массивов городов в составе многофункциональных (комбинированных и интегрированных) комплексов является перспективным для развития облика как зарубежной, так и отечественной сельскохозяйственной архитектуры.

Для архитектурно-художественного облика городской агрофермы характерна смена роли объекта, зависящая от градостроительного расположения. Объекты выступают в качестве композиционного акцента в пространстве городской среды. В зависимости от окружения вертикальные агрофермы выступают в качестве фонового объекта или в качестве акцента в пространстве городской застройки. С градостроительной точки зрения такие фермы способны подчеркивать рельеф местности и играть роль «маяков-доминант», меняющих высоту [15].

Стоит отметить важность социальной направленности объекта, т. е. участия местных жителей в преобразовании среды и связи с устоявшимися культурными и социальными характеристиками, что повышает сплоченность жителей и развивает чувство местной идентичности.

Рассмотренные примеры городских агроферм указывают на использование современных строительных материалов при проектировании облика агрофермы, контрастные сочетания глухих и светопрозрачных плоскостей, а также озелененных участков фасадов, что является самой распространенной современной тенденцией при проектировании городских агроферм. Также используются архитектурные приемы, способствующие созданию благоприятной визуальной среды: исключение из архитектурной среды агрессивных и однородных визуальных полей; активизация силуэта зданий; динамическое формообразование объектов; синтез архитектурных и растительных форм; использование принципов архитектурной бионики и зооморфной архитектуры [16].

На сегодняшний день вопрос экологичности жилья актуален как никогда. Об экологии беспокоились во все эпохи, но в настоящее время это стало практически образом жизни. Архитекторы могут помочь в решении экологической проблемы при помощи модернизации проектирования зданий, имеющих меньшие энергетические затраты [17].

Экологическая направленность объекта должна учитывать следующее:

- повторное использование отходов производства;
- пищевые отходы ресторанов и населения можно использовать в качестве жидкого удобрения;
- отходы, образующиеся на ферме и других объектах комплекса (жилье, офисы, рестораны), собираются и используются для выработки электроэнергии;
- возобновляемые источники энергии, фотоэлектрическое остекление фасада, подземная геотермальная станция и биоэнергетика из растительного компоста;
- дождевая вода с крыши и фасадов собирается, фильтруется и используется на ферме;
- обработка технической воды для питания и удобрения растений;
- строительство из перерабатываемых материалов.

Выводы

Вертикальные городские агрофермы — перспективное направление развития сельского хозяйства, использующее инновационные технологии выращивания. Переход к плотной высотной городской застройке с исключением зеленых зон из городского пространства, экологический кризис крупных городов, постоянное изменение их градостроительного облика, истощение и химическое загрязнение почв привели к созданию нового типа архитектурного объекта.

Анализ опыта проектирования, строительства и эксплуатации вертикальных городских агроферм позволил рассмотреть особенности их архитектурного облика, внедрения в городскую среду, влияния на эстетическую сторону городов и положительного влияния на экологию. Интеграция городского и сельского хозяйства позволяет развивать более устойчивые и пригодные для жизни городские формы и местные продовольственные ландшафты для сообществ.

Используя вертикальное земледелие, можно реализовать новую модель жизни в плотно застроенном крупном городе. Архитектурные решения вертикальных городских агроферм должны учитывать их благотворное влияние на экологический след города и вносить вклад в улучшение показателей качества жизни человека.

Рассмотренные выше современные тенденции проектирования городских агроферм, их взаимосвязь и определяют типологию, градостроительное расположение, а также архитектурное формирование данных объектов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Брескина Е. А., Верещагина Э. И. Современные тенденции в проектировании городских агроферм // Сб-к науч. тр. X Юбилейной международной науч.-практ. конф. 2022. С. 29—32.
2. Капелюк З. А., Алетдинова А. А. Вертикальное сельское хозяйства как новая концепция развития аграрного сектора // Науковедение. 2017. Т. 9. № 6. URL: <https://naukovedenie.ru/PDF/60EVN617.pdf>.
3. Despommier D. D. Vertical Farm: Feeding the World in the 21st Century. New York : Picador, 2011.
4. Ермоленко В. В., Ланская Д. В., Эль-Хиллани Х. А. Вертикальные агрофермы: методы, технологии и опыт // Естественно-гуманитарные исследования. 2022. № 43(5). С. 94—98.
5. Денисенко Е. В. Биологические критерии и биоподходы в архитектуре XXI века // Вестник ВолгГАСУ. 2013. Вып. 33(52). С. 173—177.
6. Дроздова Д. А., Чистякова А. Г. Формирование архитектуры городских агроферм с использованием аквапоники // Интеллектуальный потенциал молодых ученых как драйвер развития АПК: сб-к материалов международной науч.-практ. конф. молодых ученых и обучающихся. СПб., 2022. С. 75—78.
7. Martella B. 'Live Share Grow' Farm Tower Proposal. URL: <https://www.archdaily.com/302658/live-share-grow-farm-tower-proposal-brandon-martella>.
8. Stevens Ph. SPARK combines residential living with urban farming in Singapore. URL: <https://www.designboom.com/architecture/spark-architects-home-farm-singapore-12-01-2014>.
9. Муравьева М. В. Городское вертикальное фермерство // Агрофорсайт-1. 2018. 26 с.
10. Зыкова К. Ю., Редькина Е. М. Анализ сингапурского опыта по созданию комфортных условий жизни людей третьего возраста // Водные ресурсы — основа устойчивого развития поселений Сибири и Арктики в XXI веке: сб-к докладов XXI международной науч.-практ. конф. 2019. С. 138—142.
11. Hudson D. Vertical harvest urban farm by e/ye design under construction. URL: <https://www.designboom.com/architecture/eye-design-vertical-harvest-in-jackson-2-28-2015>.
12. Бикташев А. И., Коломина А. И., Краснобаев И. В. Городские агрофермы как новый тип общественного пространства: совмещение производственного и средообразующего аспектов // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2019. № 1(47). С. 46—54.

13. Tuck A. The Monocle Guide to Building Better Cities. Berlin : Gestalten, 2018.
14. Колесникова Т. Н. Основы архитектурного формирования растениеводческих предприятий защищенного грунта: автореф. ... д-ра арх. М., 2007. 47 с.
15. Шило О. С., Билушенко Е. А. Концепция вертикальных экологических агроферм в Приднестровье // Вісник придніпровської державної академії будівництва та архітектури. 2011. № 10(163). С. 50—56
16. Реутская И. П. Экологический подход к архитектурному проектированию жилых зданий // Вестник БААРХ. 2004. № 1. С. 39—42.
17. Brinkley C., Kingsley J. S. Urban agriculture. // Advances in Agricultural Animal Welfare Science and Practice. Woodhead Publishing Series in Food Science: Technology and Nutrition. 2018. Pp. 241—257.

© Верещагина Э. И., Галустова Е. А., 2024

Поступила в редакцию
в январе 2024 г.

Ссылка для цитирования:

Верещагина Э. И., Галустова Е. А. Интеграция вертикальных городских агроферм в структуру застройки крупных городов // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2024. Вып. 1(94). С. 246—255. DOI: 10.35211/18154360_2024_1_246.

Об авторах:

Верещагина Эвелина Ивановна — доц. каф. архитектуры жилых и общественных зданий, Южный федеральный университет (ЮФУ). Российская Федерация, 344082, г. Ростов-на-Дону, пр-т Буденновский, 39; eivereshagina@sfedu.ru

Галустова Евгения Александровна — магистрант, Южный федеральный университет (ЮФУ). Российская Федерация, 344082, Ростов-на-Дону, пр-т Буденновский, 39; eu.bres@yandex.ru

Evelina I. Vereshchagina, Evgenia A. Galustova

Branch of CSIRP of the Ministry of Construction of the Russian Federation

INTEGRATION OF VERTICAL URBAN FARMS INTO THE STRUCTURE OF LARGE CITIES

The article discusses the topic of the development of urban vertical agricultural farms in large cities. An analysis of the experience of designing urban agricultural farms in world practice was carried out. Urban planning, space-planning and functional features of urban agricultural farms have been identified. It is noted that the inclusion of vertical urban agricultural farms in the structure of residential areas of cities as part of multifunctional complexes is promising for the formation of comfortable urban spaces.

Key words: urban farms, vertical agricultural farm architecture, urban environment, public garden, multifunctionality, public space.

For citation:

Vereshchagina E. I., Galustova E. A. [Integration of vertical urban farms into the structure of large cities]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2024, iss. 1, pp. 246—255. DOI: 10.35211/18154360_2024_1_246.

About authors:

Evelina I. Vereshchagina — Docent of Architecture of Residential and Public Buildings Department, Southern Federal University. 39, Budennovskiy Ave., Rostov-on-Don, 344082, Russian Federation; eivereshagina@sfedu.ru

Evgenia A. Galustova — Master's Degree student, Southern Federal University. 39, Budennovskiy Ave., Rostov-on-Don, 344082, Russian Federation; eu.bres@yandex.ru