

Государственное бюджетное нетиповое образовательное учреждение  
Санкт-Петербургский городской центр детского  
технического творчества

**Исследовательская работа**  
**«CosmoLife: в поисках жизни на просторах Галактики»**

Авторы проекта:

Исакова Анастасия, 10 класс  
Александров Алексей, 8 класс

Руководители проекта:

Преображенская Виктория Олеговна  
Карабут Ксения Юрьевна

Санкт-Петербург

2018

**Цель проекта:** создание интерактивной базы данных всех планет, находящихся в Галактике Млечный Путь и признанных потенциально пригодными для жизни.

**Задачи проекта:**

- 1) Сбор информации о планетах и ее систематизация;
- 2) Выведение формул для производства необходимых астрономических расчетов;
- 3) Моделирование облика исследуемых нами планет в формате 3D;
- 4) Создание схем расположения планет относительно своих звезд;
- 5) Указание местоположения звездных систем на карте созвездий Млечного Пути;
- 6) Поиск возможных аналогов интерактивных баз данных планет.

**Актуальность работы:**

На данный момент Земля, колыбель всего человечества, является единственной официально подтвержденной планетой, на которой существует большое разнообразие сложных форм жизни. Однако сегодня не для кого уже не секрет, что Земля не может всегда оставаться нашим домом. Теоретически, жизнь на планете могла бы просуществовать еще 1,75 млрд лет[13,42] – до тех, пока температура Солнца не станет настолько высокой, что выбросы солнечной энергии будут просто уничтожать все живое[14]. Но масштабная деятельность человека на протяжении последних 200 лет бешеными темпами ускоряет процесс земной гибели[45]. Вырубка лесов, выбросы в атмосферу, истощение недр, проведение ядерных испытаний – все это крайне негативно сказывается на состоянии окружающей среды[16,51]. К тому же нельзя не отметить стремительный рост численности населения. Сейчас на Земле проживает 7,5 млрд человек, к 2025 году количество людей может возрасти до 8 млрд., и это не предел[17,41]. Вне зависимости от региона, в Европе, Америке или Азии у людей есть свои потребности: они хотят есть и пить, многие нуждаются в тепле для обогрева своих жилищ, некоторые покупают автомобили или миллионы других вещей.

Уже в 70-х гг. прошлого века потребности человечества стали превышать возможности планеты по возобновлению ресурсов, и с каждым годом этот показатель возрастает в разы[50]. Научно-технический прогресс остановить невозможно. По оценкам специалистов, если человечество продолжит потреблять ресурсы Земли с той же скоростью, что и сейчас, то к 2050 году для удовлетворения его потребностей придется колонизировать еще две аналогичные планеты. [6]

В связи с этим учёные многих стран мира сильно озабочились поиском других планет, которые так же, как и Земля, могут быть пригодными для жизни. С этой целью 6 марта 2009 года американскими учёными был запущен орбитальный телескоп Kepler[1,44]. За все время работы телескопа им было

открыто свыше 4700 экзопланет[5]. Первоначально потенциально пригодными для жизни были признаны 1000 планет[18,37], затем это количество сократилось до 400, а более тщательные исследования позволили оставить в этом списке лишь 47 объектов[2]. Возникла острая необходимость систематизировать все полученные данные, составив для этого единую базу.

### **Новизна проекта:**

Существует 3 астрономические широко известные базы данных, посвященные нашей тематике – Open Exoplanet Catalogue, NASA Exoplanet Archive и Exoplanet Orbit Database, разработанные учеными США.[19,20,23] Однако все они кардинально отличаются от той, которая была разработана нами.

1) Во-первых, во всех вышеперечисленных базах содержится информация о всех существующих экзопланетах [46], а нас интересуют лишь те, которые официально признаны потенциально пригодными для жизни (в эту группу мы также включаем все планеты Солнечной системы, поскольку они расположены наиболее близко к Земле, и добраться до них не составит для людей особого труда)[3].

2) Во-вторых, наша база данных является интерактивной. Нами были разработаны 3D-модели всех рассматриваемых планет. Модели объектов Солнечной системы (12 штук) были созданы нами исходя из имеющихся орбитальных снимков. Модели планет и звезд, находящихся за пределами Солнечной системы (71 штука) мы создали исключительно на основе нашей творческой фантазии по подобранным нами текстурам, опираясь на климатические условия планеты (они расположены настолько далеко, что орбитальных снимков с поверхности на данный момент просто не существует)[4]. Отметки местоположения звездных систем на карте созвездий Млечного пути позволяют пользователям лучше представить, где и как далеко от нас они находятся.

3) В-третьих, в существующих базах данных указаны лишь некоторые физические характеристики планет(масса, радиус, эксцентрисность, большая полуось и т.д.) и краткая информация об их открытии (год открытия, метод) [48] и не сказано совершенно ничего о тех характеристиках, которые оказывают непосредственное влияние на организм человека (температура, атмосферное давление, состав атмосферы, величина магнитного поля, запасах воды, количество энергии, получаемой от звезды, а также возможные дополнительные характеристики: уровень радиации, скорость ветров и т.д. )[7]. Все это представлено в нашей программе.

4) В-четвертых, есть ряд параметров, которые были подсчитаны. Мы подсчитали время полета от Земли до каждой из планет при минимальном расстоянии между ними и максимальной скорости космического корабля[21], выяснили, сколько топлива нам потребуется при использовании различных ракетных двигателей (твердотопливного, жидкостного, электрического, ионного, газотурбинного и плазменного [47] ), рассчитали плотность населения

на каждой планете в случае колонизации (при условии, что на нее отправятся все ныне живущие жители Земли)[22].

### **Алгоритм проекта:**

- Работа с информацией

В качестве темы для нашей исследовательской работы мы решили взять астрономию, а именно вопрос о существовании внеземной жизни, поскольку она была одинаково близка всем участникам нашего коллектива. Поставив перед собой определенные цели и задачи, мы приступили к сбору необходимой информации. Прежде всего, нужно было выяснить, какие планеты являются потенциально пригодными для жизни [24] и определить у них следующие параметры: температуру [35], состав атмосферы [26], атмосферное давление [27], величину магнитного поля [28], ускорение свободного падения, период обращения вокруг своей звезды [29], минимальное расстояние от Земли [30], длительность суток[34], наличие воды в жидким состоянии [32], уровень радиации [40], характер поверхности[36], некоторые физические данные (масса [31], площадь поверхности [33] и т.д.) и другие черты, которые могли бы способствовать развитию жизни на планете или наоборот осложнить процесс. В процессе работы мы ознакомились с многочисленными российских и зарубежных ученых в данной области, прочли множество статей, как на русском, так и на английском языках, внимательно проанализировали существующие базы данных[38]. Проделав это, мы решили, что хорошо бы выявить еще несколько характеристик, которые на данный момент еще не подсчитаны учеными, а именно время полета при максимальной возможной скорости космического корабля, плотность населения при колонизации и расходы ракетного топлива. Затем обязанности в нашей группе распределились следующим образом:

- 1) Анастасия Исакова — автор идеи проекта, производство физических расчетов, создание 3D-моделей планет и звезд, а также моделирование схем их расположения, составление документации;
- 2) Алексей Александров — написание программного кода, сборка готовой программы создание анимаций, разработка интерфейса.

- Расчеты по формулам

Далее мы приступили к расчетам. Чтобы рассчитать точное время полета, мы разделили минимальное расстояние от Земли до каждой планеты на максимальную скорость, которую может развить космический корабль в данный момент (240 000 км/ч)[8]. Полученный результат (в часах) мы перевели в года, месяцы, дни, часы, минуты и секунды (например, 5 лет 3 мес 2 ч 40 мин 29 с). Гораздо сложнее обстояло дело с подсчетами расходов топлива. Все приведенные в базе данные относительно топлива были подсчитаны для космической ракеты тяжелого класса Falcon Heavy—самой мощной из всех, что сейчас существуют [9]. Ее масса вместе с полезной нагрузкой в среднем составляет 50 т, хотя в целом она выдержит и больше.[49]

За основу наших расчетов мы взяли тот факт, что данная ракета на жидкостном двигателе, летя со скоростью всего 39 км/ч, преодолела расстояние от Земли до Луны (384 399 км), затратив 82 кг топлива.[10]

- 1) Составив соответствующую пропорцию, мы рассчитали, сколько же топлива потребуется ракете для преодоления расстояния от Земли до искомой планеты, если ее скорость увеличить до 240 000 км/ч. Но это только в случае использования жидкостного ракетного двигателя.
- 2) Чтобы рассчитать количество топлива для других видов ракетных двигателей (твердотопливного, ионного, электрического, газотурбинного и плазменного), мы воспользовались формулой Циолковского[11]:

$$V = I * \ln(M_1:M_2),$$

где:

$V$  — конечная скорость летательного аппарата,

$I$  — удельный импульс ракетного двигателя (отношение тяги двигателя к секундному расходу массы топлива);

$M_1$  — начальная масса летательного аппарата (полезная нагрузка + конструкция аппарата + топливо);

$M_2$  — конечная масса летательного аппарата (полезная нагрузка + конструкция аппарата).

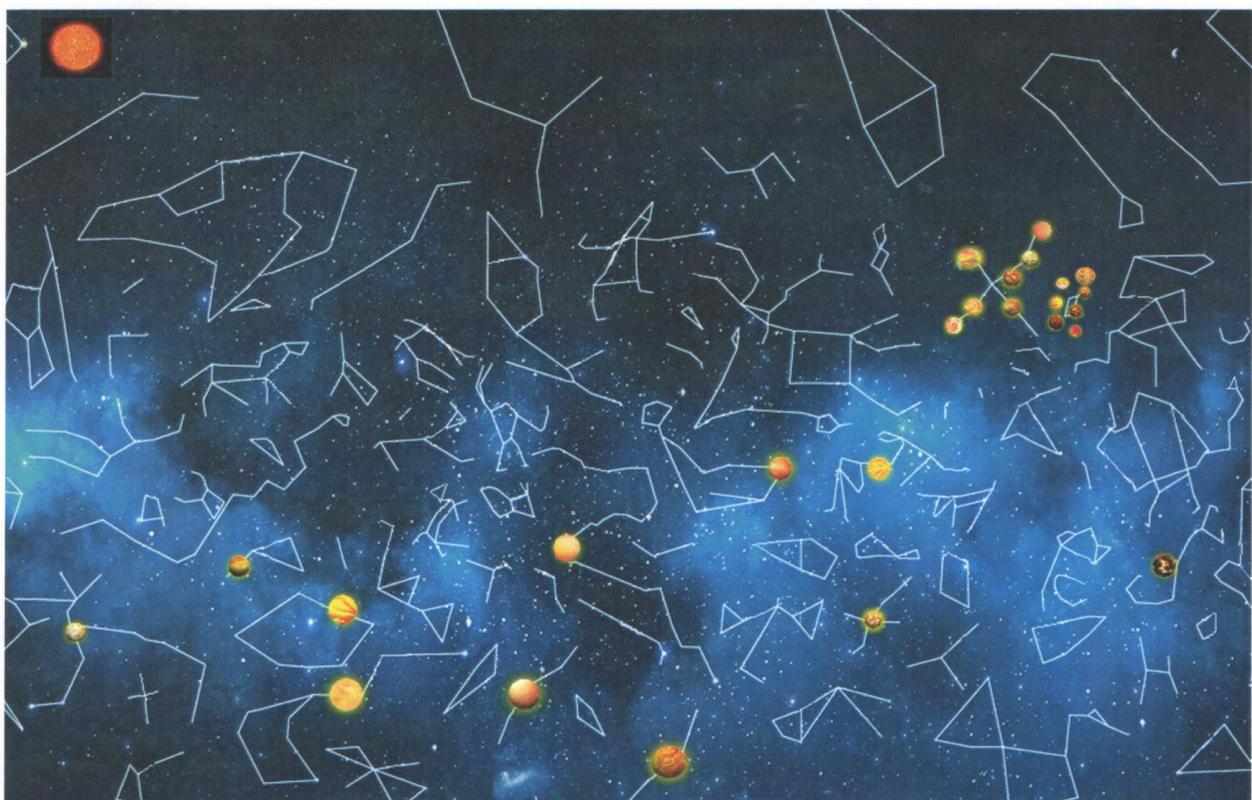
В нашем случае,  $V = 240\ 000$  км/ч,  $M_2 = 50$  т , или 50 000 кг , массу топлива обозначаем за  $x$ , и тогда  $M_1 = 50\ 000 + x$ . Значения удельного импульса были взяты из таблицы

| <i>Ракетный двигатель</i> | <i>Удельный импульс, м/с (max)</i> |
|---------------------------|------------------------------------|
| Твердотопливный           | 2 650                              |
| Жидкостный                | 4 600                              |
| Газотурбинный             | 30 000                             |
| Ионный                    | 30 000                             |
| Электрический             | 100 000                            |
| Плазменный                | 290 000                            |

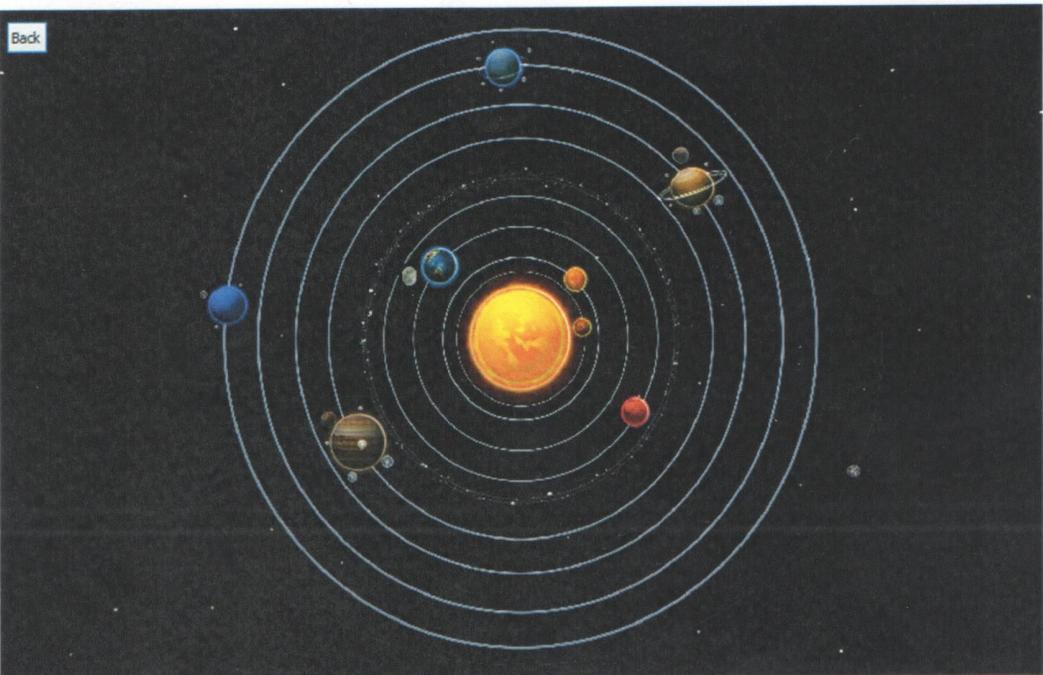
- 3) Подсчитав значение  $x$ , находим отношение масс топлива через отношение удельных импульсов. Пример: для жидкостного двигателя мы получили ответ  $x=10$ , а для ионного двигателя  $x=30$ .  $30:10=3$ . Ионный двигатель эффективнее жидкостного (его удельный импульс больше). Предположим, в пункте 1 у нас получилось, что при использовании жидкостного двигателя нам понадобится 90 кг топлива. Значит, при использовании ионного двигателя нам понадобится  $90:3 = 30$  кг.

- Описание интерфейса

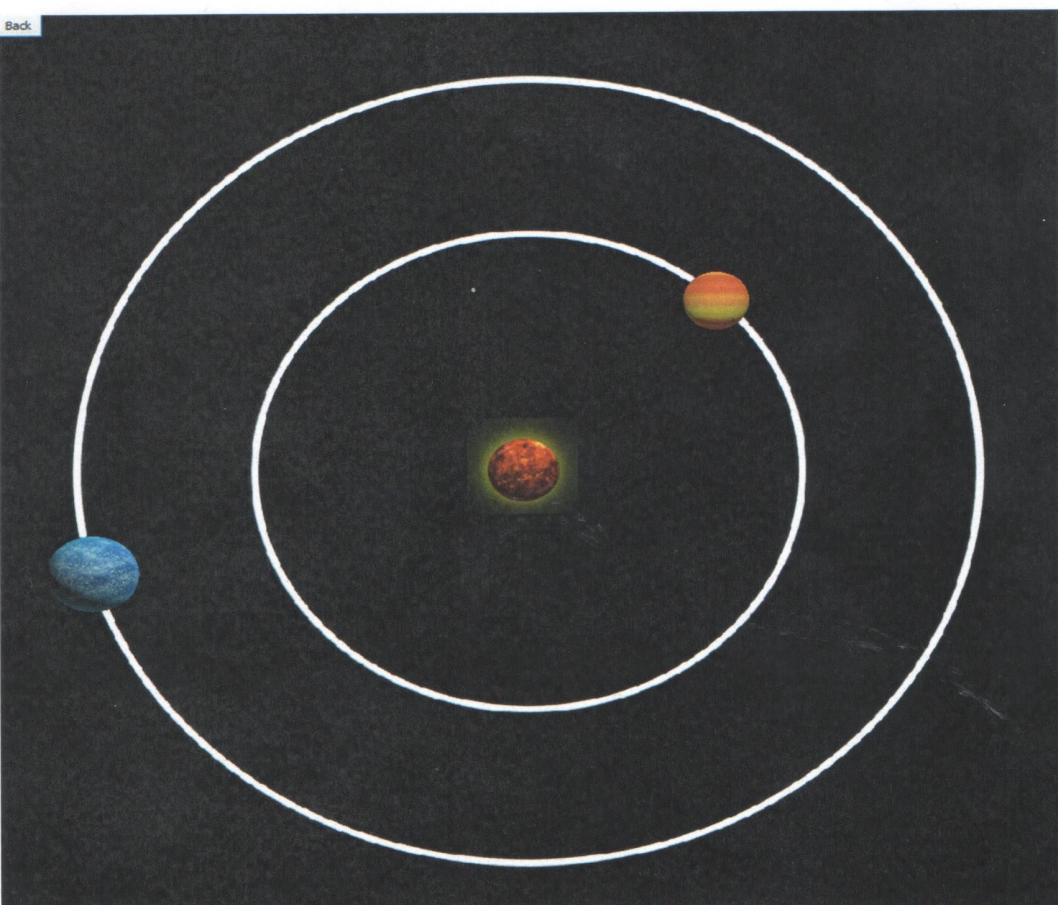
Далее мы приступили к моделированию: при использовании программных продуктов Autodesk 3ds Max и Adobe Photoshop CS6 были смоделированы планеты, а схема расположения были созданы с помощью CorelDRAW X7. Сборка готового проекта происходила посредством ресурсов программного продукта C++ Builder.



*Карта созвездий  
Млечного Пути*

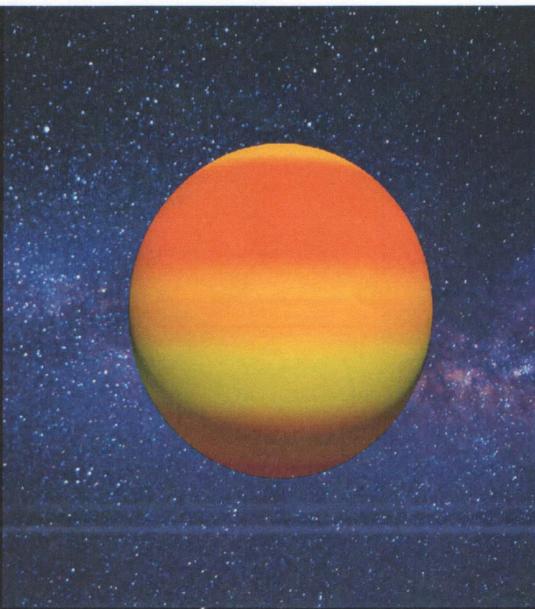


Солнечная система



Звезда Kepler 296 и планеты,  
вращающиеся вокруг нее

*Расположение: созвездие Лира  
Наименьшее расстояние от Земли:  
около 1090 световых лет  
Затраты топлива при макс. скорости:  
Ионный двигатель:  
102.826.200.000 кг  
Плазменный двигатель:  
25.316.210.000 кг  
Электрический двигатель:  
44.286.650.000 кг  
Твердотопливный двигатель:  
815.810.200.000.000.000.000 кг  
Жидкосстный двигатель:  
13.531.210.000.000.000.кг  
Газотурбинный двигатель:  
102.826.200.000 кг*



*ESI: 0.85  
Время полета при макс. скорости:  
4 970 879 лет 4 мес 16 дн 48 мин  
Плотность населения при колонизации:  
5 человек на 1км<sup>2</sup>  
Период обращения:  
11 земных дней*

[Back](#)

### *Планета Kepler296-е и ее характеристики*

#### **Область предполагаемого практического применения:**

Разработанную базу данных мы решили назвать «CosmoLife», и она может иметь самое различное практическое применение.

- 1) Во-первых, она является надежным хранилищем всех сведений, накопленных учеными планетах, которые могли бы стать для человечества новым домом. Теперь специалисты, занимающиеся исследованиями в области внеземной жизни, сумеют легко и быстро найти информацию о нужной планете. Им больше не потребуется просматривать все имеющиеся астрономические каталоги, составленные на различных языках, пытаясь отыскать среди тысячи планет лишь те немногие, которые были признаны потенциально пригодными для жизни, как пришлось это делать нам.
- 2) Во-вторых, благодаря физическим расчетам, нами были впервые подсчитаны такие важные параметры , как плотность населения планеты в случае ее колонизации(если учитывать, что мы собираемся вывозить всех жителей Земли, т.е. 7,5 млрд. чел.), время полета от Земли при максимальной скорости космического корабля и расходы топлива при этом. Согласитесь, что рано или поздно астрофизикам пришлось бы столкнуться с необходимостью этих вычислений, и нам удалось существенно облегчить им работу. За

предоставленную помочь в выполнении физических расчетов разработчики благодарят кандидата физико-математических наук Станислава Фальковича.

3) В-третьих, база данных «CosmoLife» может применяться в качестве учебного пособия в различных тематических ВУЗах, колледжах, а также в школах на уроках физики и астрономии при ознакомлении учащихся с вопросами о существовании внеземной жизни. Поскольку база является интерактивной, ее также можно использовать в качестве средства для того, чтобы заинтересовать людей и привлечь к изучению данной проблемы, и таким образом подготовить больше кадров в сфере астрономии и аэрокосмического приборостроения.

#### **Перспективы развития:**

- 1) Сделать возможным чтения информации в базе на разных языках (в первую очередь, на английском);
- 2) Дополнять базу новыми сведениями по мере развития науки и периодически заменять и удалять устаревшие данные. Например, численность населения Земли постоянно растет, и через несколько лет нас будет уже 8 млрд. Соответственно, данные о плотности населения в случае колонизации уже будут другими;
- 3) Запатентовать нашу разработку и сделать ее доступной для широкого круга пользователей (в первую очередь, ученых).

## Список литературы

1. Abel Mendez Torres. A Thermal Planetary Habitability Classification for Exoplanets. Planetary Habitability Laboratory (4 августа 2011 года).
2. Caught in the wind from the Sun. ESA (Venus Express) (28 ноября 2007)
3. Gillon M. et al. Seven temperate terrestrial planets around the nearby ultracool dwarf star TRAPPIST-1 (англ.) // Nature. — 2017. — Vol. 542. — Iss. 7642. — P. 456—460
4. Shalygin E. Study of the Venus surface and lower atmosphere using VMC images. — Berlin, 2013. — P. 9. — 127 p.
5. Астрофизика с космической скоростью, или Великие тайны Вселенной для тех, кому некогда/ Нил Деграсс Тайсон.— Москва: Издательство АСТ, 2018.—235[2] с.: ил.— (Удивительная Вселенная)
6. Еськов К.Ю. История Земли и жизни на ней./ К.Ю. Еськов - М.,1996;
7. Журнал «Экономические стратегии», статья Поповой Е.В. «Роль космических исследований и астрономии в развитии общества», стр.48-53. Издательство «Институт экономических стратегий», Москва, 2009 г.
8. Космос. Эволюция Вселенной, жизни и цивилизации/ Карл Саган: [ пер. с англ. А.Сергеева]. – СПб: ООО «Торгово-издательский дом «Амфора», 2015. – 447с.— (Серия «Популярная наука»).
9. Кэрролл Ш. Вселенная. Происхождение жизни, смысл нашего существования и огромный космос.— СПб: Питер, 2017. – 464с.: ил. –(Серия «New Science»).
10. Леонид Попов. Астрономы представили рейтинги обитаемости планет и лун. Мембрана (24 ноября 2011 года)
11. Марков А.В. Происхождение жизни./А.В. Марков - М., 2004;
12. Мизун Ю.В., Мизун Ю. Г. «Разумная жизнь во Вселенной».— М.:Вече, 2000.— 432 с.(«Великие тайны»).
13. Мухин Л. Планеты и жизнь. – Москва: Молодая гвардия, 1980 – 191 с.
14. Радиолокационная астрономия / Ржига О. Н. // Физика космоса: Маленькая энциклопедия / Редкол.: Р. А. Сюняев (Гл. ред.) и др. — 2-е изд. — М. : Советская энциклопедия, 1986. — С. 552—559. — 783 с. — 70 000 экз.
15. С. А. Язев. «Лекции о Солнечной системе: Учебное пособие», — СПб: Лань, 2011
16. Стивен Хокинг. Теория всего/ С.Хокинг; пер. с англ. Е.В. Шимановская.— Москва: ACT, 2018 – 160с.: ил.— (Мир Стивена Хокинга).
17. Физика будущего/Митио Кацу; Пер. с англ. – 5-е изд.— М.: Нон-фикшн, 2017.—584с.

18. Франклин Дайсон. Мечты о земле и о небе.— СПб: Питер, 2017.— 368с.:ил.—(Серия «Pop Science»).
19. <http://arxiv.org/abs/1608.06930>
20. <http://exoplanets.org/>
21. <http://fb.ru/article/269410/potentsialno-prigodnyie-dlya-jizni-planetyi>
22. <http://mirkosmosa.ru/news/sistema-trappist-1-soderzhit-dve-prigodnye-dlya-zhizni-planety>
23. <http://openexoplanetcatalogue.com/systems/?filters=habitable>
24. [http://planetarium-kharkov.org/?q=Gliese\\_581](http://planetarium-kharkov.org/?q=Gliese_581)
25. <http://planetquest.jpl.nasa.gov/kepler/detail/1361.01>
26. <http://stacks.iop.org/0004-637X/669/i=2/a=1279>
27. <http://topsweet.ru/top-10-planet-na-kotoryh-v-teorii-mozhet-podderzhivatsyazhizn/>
28. <http://wildwildworld.net.ua/articles/top-5-miry-prigodnye-dlya-zhizni>
29. <http://www.dailynews.kz/analytics/na-skolko-let-planete-xvatit-resursov>
30. <http://www.ecoinform.ru/ask/na-skolko-let-resursov-na-zemle-khvatit-dlya-sushchestvovaniya-chelovechestva>
31. <http://www.eso.org/public/archives/releases/sciencepapers/eso1629/eso1629a.pdf>
32. [http://www.ice.cat/personal/iribas/Proxima\\_b/](http://www.ice.cat/personal/iribas/Proxima_b/)
33. <http://www.mk.ru/social/2013/04/19/844550-uchenye-nashli-dvoynikov-zemli-na-treh-planetah-est-okeanyi-i-vozmozhno-bratya-po-razumu.html>
34. <http://www.novate.ru/blogs/180316/35523/>
35. <http://www.priroda.su/item/871>
36. <http://www.qwrt.ru/news/818>
37. <http://www.space.com/24129-kepler-62e.html>
38. <http://www.spiegel.de/wissenschaft/weltall/astronomie-erdaehnlicher-planet-beim-nachbarstern-entdeckt-a-1107405.html>
39. <https://exoplanetarchive.ipac.caltech.edu/>
40. <https://germania.one/2017/02/23/uchenye-obnaruzhili-sem-planet-pohozhih-na-zemliu/>
41. <https://gizmod.ru/2017/02/25/uchenye-nasa-nashli-tri-potencialno-obitaemye/>
42. <https://hi-news.ru/research-development/blizhajshaya-potencialno-obitaemaya-planeta-naxoditsya-v-14-svetovyx-godax-ot-zemli.html>
43. <https://korrespondent.net/tech/space/3818592-NASA-obiavylo-o-potentsialno-obytaemykh-planetakh>
44. <https://meduza.io/news/2016/08/24/obnaruzhena-blizhayshaya-planeta-zemnogo-tipa>
45. <https://naked-science.ru/article/sci/u-blizhayshey-k-solncu-zvezdy>

46. <https://on-space.ru/otkrytiya/kepler-22b.html>
47. <https://palreddot.org/proxima-b-is-our-closest-neighbor-better-get-used-to-it/>
48. <https://theoryandpractice.ru/posts/7880-exoplanets>
49. [https://www.rbc.ru/technology\\_and\\_media/22/02/2017/58add5e69a7947a261532cb3](https://www.rbc.ru/technology_and_media/22/02/2017/58add5e69a7947a261532cb3)
50. <https://www.theguardian.com/science/2015/jan/06/earth-like-planet-alien-life-kepler-438b>
51. <https://zhitanska.com/content/obitaemye-planety-vselennoj/>