Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего профессионального образования

«Балтийский Государственный Технический Университет

«Военмех» им. Д.Ф. Устинова»

Факультет А «Ракетно-космической техники»

Кафедра А3 «Космические аппараты и двигатели»

**Отчёт по НИР**

**«Исследование возможности создания выносных энергетических установок космического аппарата»**

Выполнил: Смирнов., гр.А3М32

Проверил: Бабук В.А.

Санкт-Петербург

2018 г.

Оглавление

[Введение 3](#_Toc523090201)

[1. Теория принятий решений 4](#_Toc523090202)

[2. Методика принятия решений 8](#_Toc523090203)

[Заключение 11](#_Toc523090204)

[Список литературы 12](#_Toc523090205)

# Введение

В современных условиях, с усложнением уровня техники слишком дорого приходится платить за принятие недостаточно обоснованных решений.

Теория принятия решений (ТПР)– научная дисциплина, рассматривающая методы и средства, помогающая лицу принимающему решение (ЛПР) прийти к наилучшему выбору из имеющихся альтернатив.

Данная работа продолжает исследовать возможность применения методов ТПР на этапах проектирования с целью исследования возможности создания систем отодвижения рабочих модулей КА.

Потребность в данной системе возникает при применении на космических аппаратах (КА) ядерной энергетической установки (ЯЭУ). В КА с ЯЭУ одним из основных требований к конструктивно‑компоновочной схеме (ККС) КА является требование обеспечения радиационной стойкости оборудования, обеспечивающего работу ЯЭУ, и оборудования приборно‑агрегатного отсека (ПАО) с радиационно-чувствительной аппаратурой управления, при условии обеспечения минимальной массы выводимого КА. Система обеспечивает отдаление источника ионизирующего излучения (т. е. ЯЭУ) на заданное расстояние, чтобы обеспечить в зоне нахождения аппаратуры радиационный фон не более, чем требуется для ее корректной работы.

# Теория принятий решений

В реальных условиях практически всегда приходится принимать решение при дефиците информации, описывающей проблемную ситуацию. Отсутствие или недостаток требуемой для ЛПР информации можно объяснить разными причинами. Среди них прежде всего следует выделить организационные, технические, временные причины. Если факторы, отражающие внешние условия, в которых ЛПР осуществляет выбор, определены не полностью или совсем не определены, в этих случаях говорят о принятии решений в условиях неопределенности.

На практике сочетание причин неопределенности создает обширный спектр различных видов неопределенностей.

Поэтому, когда говорят о принятии наилучшего решения в условиях неопределенности, имеют в виду решение, в наибольшей степени удовлетворяющее ЛПР. Для принятия решения в условиях неопределенности используется математический аппарат, основу которого составляет теория вероятностей.

На практике в большинстве случаев неопределенность, как правило, связана с недостаточной осведомленностью ЛПР об условиях окружающей среды, в которых осуществляется выбор наилучшего варианта решения из набора альтернативных решений. Такие ситуации принято называть «игрой с природой». В этом случае задача принятия решений может быть сформулирована следующим образом. Возможно любое из *і-*состояний окружающей среды. ЛПР может принять любое решение из *j* . При этом ЛПР может выбрать только один вариант решения и ему заранее не известно будущее состояние окружающей среды.

При принятии решений в условиях неопределенности обычно ЛПР известны матрица выигрышей (доходов). Данную матрицу получаю либо на основании статистических проработок, либо на основании оценочных методов, например экспертных оценок.

Следует отметить, что хоть теория принятия решений предлагает ЛПР целый набор критериев, ни один из них не подлежит формализации, и выбор того или иного критерия осуществляется ЛПР субъективно и на основании его опыта.

При решении различного рода управленческих задач в условии полной неопределенности используют следующие критерии [1]: Лапласа, максимакса, Вальда , Сэвиджа, Гурвица, Ходжа – Лемана, сбалансированного решения.

**Критерий Лапласа.**

При использовании данного критерия предполагается , что состояния природы равновероятны. Согласно данному критерию выбирается такой вариант решения А*j*, при котором значение среднего дохода *Lj* максимально. Таким образом матрица доходов будет иметь вид:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1.1) |

где

— доход при *i-м* условии внешней среды и *j-м* варианте решения;

*n* — количество условий.

Для принятия решений по критерию Лапласа следует выполнить действие в следующем порядке:

1. построить матрицу доходов , где строки – возможные условия внешней среды, столбцы варианты решений;
2. заполнить матрицу доходов , каждый элемент которой принимает значение ;
3. для каждого столбца вычислить сумму его элементов и разделить на число элементов. полученной вариант *Lj*  записать в отдельную строку;
4. наилучшим принять вариант с максимальным значением L*j.*

Значения элементов строки *Lj*  позволяют также произвести ранжирование вариантов по степени предпочтительности – чем более высоко *Lj* ,тем вариант является более предпочтительным.

**Критерий максимакса**

Предполагает выбор варианта решения с наибольшим доходом, поэту часто встречает еще одно название «критерий полного оптимизма». Матрица доходов имеет вид:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1.2) |

Порядок действий:

1. построить матрицу доходов, в которой строки – возможные условия внешней среды, столбцы – варианты решений;
2. заполнить таблицу доходов, каждый элемент которой *aij* — доход при *i-*мусловии внешней средыи *j–*мварианте решения;
3. в каждом столбце матрицы доходов выбрать элемент с максимальным значением, занести в дополнительную строку;
4. среди всех элементов дополнительной строки выбрать максимальный.

Наилучшим решением считается вариант с максимальным значением в дополнительной графе.

Критерий Вальда

Или критерий «полного пессимизма» предполагает выбор такого решения, который дает максимальный выигрыш в самом неблагоприятных условиях. Критерий ориентирован на принцип гарантированного результата и исключает риск. В результате выигрыш будет не меньше , чем в заявленном критерием. Критерий имеет вид:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1.3) |

Порядок дейсвий:

1. построить матрицу доходов, где строки – условия среды, а столбцы – варианты решений;
2. заполнить матрицу доходов *aij*;
3. в каждом столбце матрицы доходов выбрать минимальный элемент;
4. среди всех элементов дополнительной строки выбрать максимальное значение, вариант данного решения является наилучшим.

**Критерий Сэвиджа**

Критерий позволяет минимизировать доход из-за принятия решения, которое оказалось неудачным в следствии реального состояния внешней среды. он позволяет выбрать такой вариант решения, для которого недополучение дохода будет минимальным.

Критерий определяют в следующем порядке:

1. определяют матрицу рисков, каждый элемент *sij* которой определяют по выражению:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1.4) |

где – максимальное значение дохода для *i-го* состояния внешней среды;

– значения дохода *i-го* состояния внешней среды при *j-ом* варианте

1. определяют максимальное значение элемента каждого столбца матрицы сожалений потери доходов по признаку:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1.5) |

1. лучшим вариантом *Sl* считают такой, в котором значение критерия минимально:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1.6) |

Критерий Гурвица

Является уравновешенным критерием, учитывающим мнение как пессимиста, так и оптимиста. Для этого вводится коэффициент оптимизма *γ,* лежащий в интервале от 0 до 1. Значение коэффициента следует назначать на основе статистических исследований. В случае их отсутствия ЛПР назначает его исходя из собственного опыта.

Наилучший вариант соответствует максимальному значению *Gl* рассчитанному по следующей форме:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1.7) |
|  |  | (1.8) |

При γ=1 имеет место крайнего оптимизма и критерий сводится к критерию максимакса, а при γ=0 к критерию Вальда , что означает крайний пессимизм.

При отсутствии дополнительной информации о состоянии природы стоит принять γ=0,5.

+

Критерий Ходжа– Лемана

Основывается на одновременном использовании критериев Вальда и Лапласа таким образом достигается максимальное значение среднего выигрыша.

При выборе наилучшего решения по данному критерию используют коэффициент *ν,* характеризующий степень досоверности информации о распределении вероятности состояний окружающей среды. Коэффициент принимает значения от 0 до 1.

Наилучший вариант определяется следующим выражением:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1.9) |

При ν=1 критерий превращается в критерий Лапласса, а при ν=0 в критерий Вальда.

Критерий сбалансированного решения

Учитывает среднее значение выигрыша, т. е. мнение оптимиста, пессимиста и реалиста.

Наилучший вариант решения определяется по вырожению:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1.10) |

При этом:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1.11) |
|  |  | (1.12) |

– коэффициенты оптимизма , пессимизма и реализма соответственно

Данный набор критериев позволяет провести последовательное сравнение и ранжирование альтернативных вариантов. При этом возможны варианты использования критериев как по отдельности, так и вкупе с остальными. Последнее возможно при использовании ранговой оценки занимаемых вариантами мест. Таким образом, набор критериев представляет дополнительный критерий позволяющий принимать правильные решения.

# Методика принятия решений

* 1. **Этапы конструирования механизмов и устройств**

Проектирование – это поиск научно - обоснованных и технически осуществимых инженерных решений. Результатом проектирования является проект будущего изделия.

Конструирование – создание конкретной, однозначной конструкции изделия. Опирается на результаты проектирования и уточняет все инженерные решения, принятые на предыдущем этапе. Из-за очевидной близости понятий в дальнейшем не будем разделять их на два отдельных, кроме тех случаев где это будет оговорено отдельно.

В настоящее время, на основе исследований сущности процесса проектирования, разработаны рекомендации по ведению этой деятельности. Предложен ряд структур [2] и алгоритмов проектирования, совпадающих в основных чертах и различающихся только в содержании или названии отдельных этапов. В результате их анализа и обобщения предложена структура, изображенная на рис. 2.1

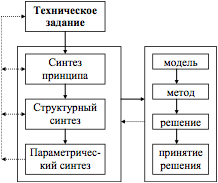


Рисунок 2.1 Структура процесса решения задачи проектирования

Решение любой задачи начинается с её осмысления и уточнения исходных данных. Техническое задание (ТЗ), – первый и обязательный этап работы. Исполнитель выполняет его в тесном контакте с заказчиком.

На этапе синтеза принципа действия отыскивают принципиальные положения, физические эффекты, которые составят основу функционирования будущего изделия. Этому этапу соответствует заключительная стадия ТЗ и стадия технического предложения структуры проектирования по ГОСТ 2.103.

На этапе структурного синтеза на основе выбранного принципа действия создаются варианты начального графического представления объекта – структуры, схемы, алгоритмы, упрощённые эскизы. В соответствии с ГОСТ 2.103 этот этап включает стадию эскизного проектирования.

На этапе параметрического синтеза определяются конкретные вид и характеристики проектируемого объекта, находится численное решение проектной задачи, создаётся подробная документация или описание объекта, чертежи изделия и его частей. Этот этап соответствует стадиям технического и рабочего проектирования.

Вследствие неполноты начальных знаний процесс проектирования – итерационен, что на рисунке 2.1 отражается стрелками обратных движений.

Но конструктивная идея не может появиться «на пустом месте», она, как правило, есть результат прогрессивного развития уже существующих решений. Не редки случаи когда в основе нового изделия или механизма лежат ранее испытанные системы. Таким образом наиболее удачным можно считать структуру изображенную на рисунке 2.2

Рисунок 2.2– Структура проектирования основанная на

анализе существующих решений

На основании данной схемы можно сделать вывод, что ЛПР в лице конструктора как минимум дважды сталкивается с задачей принятия решений. Первый раз при выборе опорных схем системы отодвижения. Второй раз при окончательном утверждения конструкторско-компоновочной схемы.

* 1. **Применение методов теории принятия решений для выбора системы отодвижения**

Основываясь на схеме, приведенной на рисунке 2.2 можно предложить следующий порядок принятий решений:

1. На первом этапе проводится сравнения альтернатив по набору общетехнических критериев характерных для данной системы. В силу того, что на данном этапе зачастую входными данными для сравнения является лишь задумка конструктора, то для сравнения альтернатив рекомендуется использовать метод экспертных оценок и метод аналитической иерархии, которые рассматривались в предыдущей работе.
2. На втором этапе, критерии, оценка которых ранее проводилась на основании мнения и опыта экспертов, могут быть оценены целочислено– появляются массово-габаритные сводки, прорисовываются схемы прокладки кабеля и др. В то же время появляется ряд новых требований и критериев. Например требования по размещению аппаратуры управления энергетической установкой или использование внутреннего объема конструкции.

Таким образом на втором этапе имеется смешанный набор критериев, который помимо целочисленных значений может принимать описательный характер.

Для выбора наилучшего варианта системы отодвижения применим набор критериев приведенных в главе 1. Каждая альтернатива оценивается по набору данных критериев. После чего в рамках каждого критерия происходит ранжирование. Наилучшей признается альтернатива *Al* с минимальной суммой рангов:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (2.1) |

Где .

Для приведения численных значений критериев, имеющих разные размерности, к безразмерным величинам в целях их сравнения осуществляют нормализацию критериев.

Сравнительная нормализация по ТЗ:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (2.2) |

Относительная нормализация:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (2.3) |

Где значение *i-*го локального критерия, соответствующее ТЗ;

значение *i*-го локального параметра для го варианта рения;

значение *i*-го локального критерия, соответствующее максимальному значению среди сравниваемых вариантов решения;

–значение *i*-го локального критерия, соответствующее минимальному значению среди сравниваемых вариантов решения;

Для перевода качественных суждений в количественные воспользуемся шкалой относительной предпочтительности Саати, таб. 2.1

Таблица 2.1– Вербально–числовая шкала относительной предпочтительности показателей Саати

|  |  |
| --- | --- |
| Уровень важности | Количественное значение |
| Равная важность | 1 |
| Умеренное превосходство | 3 |
| Существенное или сильное превосходство | 5 |
| Значительное (большое) превосходство | 7 |
| Очень большое превосходство | 9 |
| |  | | --- | | Промежуточные решения между двумя соседними суждениями | | 2, 4, 6, 8 |

# Заключение

В данной работе были рассмотрен ряд критериев широко нашедших применение в управленческих и экономических задачах принятия решений в условиях неопределенности. При использовании рассмотренного набора критериев и последующем ранжирования альтернатив, возможно выделить наиболее оптимальное решение.

Помимо этого, в работе была предложен подход к принятия решений по системе отодвижения ЯЭУ.

# Список литературы

1. В.М. Постников, В.М.Черненький Методы принятия решений в системах организационного управления [ Текст] // М:МГТУ им. Баумана, 2014–205с.
2. Хорошев А.Н. Управление решением проектных задач на предприятии // Современные научные исследования и инновации. 2011. № 7 [Электронный ресурс]. URL: http://web.snauka.ru/issues/2011/11/4940 (дата обращения: 07.08.2018).
3. Заболотский В.П., Оводенко А.А., Степанов А.Г., Юсупов Р.М Математическое моделирование социально-экономических процессов: Учебное пособие /. / СПбГУАП. СПБ., 2003, 192 с.