

Тестирование как метод обучения в дистанционном режиме в связи с пандемией по COVID-19: Эффективная обратная связь по уровню знаний студентов

В.А. Жмудь

Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск, Россия

Аннотация. В условиях самоизоляции, объявленной в связи с пандемией по COVID-19, существенно изменились возможности преподавателей по контактному методу преподавания, к которым относятся чтение лекций, ведение практических занятий и лабораторных работ. Не пострадали лишь возможности выдачи заданий, которые студенты могут выполнять самостоятельно, поскольку выдачу заданий и проверку результатов ничто не мешает делать с помощью любой из технологий общения, начиная с электронной почты, кончая любым способом общения, включая конференции и вебинары. Методы, предполагающие прямые диалоги, в настоящее время недостаточно эффективны, поскольку обеспечение всех преподавателей и студентов устойчивой интернет-связью в наше время в нашей стране еще остается некоторой проблемой. Многие системы работают устойчиво только при относительно малом количестве активных собеседников. В этой ситуации тестирование, против которого, как правило, преподаватели активно возражают, становится достаточно действенным методом обучения, обеспечивающим обратную связь по уровню знаний студентов. Данная статья информирует читателей об опыте применения тестирования по предмету «Моделирование систем управления».

Ключевые слова: автоматика, математическое моделирование, численная оптимизация, кибернетика, дистанционное образование, сетевое образование, тестирование, автоматическое управление, управление в технических системах, высшее техническое образование

ВВЕДЕНИЕ

По результатам тестирования можно не только выявить уровень знаний студентов, но и определить наиболее сложные и наиболее простые вопросы. Это позволяет, во-первых, обеспечить более равномерное по уровню сложности наполнение экзаменационных билетов, во-вторых, скорректировать лекции, практические занятия, лабораторные работы и дополнить учебные материалы (учебник, методические материалы для лабораторных работ) для более равномерного и полного понимания студентами тематик курса.

Кроме того, тестирование можно осуществлять в режиме очень быстрого взаимодействия, вводя в программное обеспечение опцию, определяющую скорость ответов студентов. Особо рекомендуется такое тестирование, при котором фиксируется общее время, затраченное студентом на ответы на все вопросы теста, желательно при этом фиксировать отдельно время, затраченное на обдумывания ответа на каждый из вопросов. Это заставляет студента обращаться в наиболее быстродействующему источнику знаний, то есть к собственным знаниям и, к сожалению, к интуиции также. Хорошая интуиция не подтверждает знаний, хотя по некоторым представлениям интуиция – это продолжение знаний, которая неосознанно отдает предпочтение правильному ответу. Если на заполнение тестов предоставляется слишком много времени, эти тесты имеют пониженную ценность, но и они могут выявить некоторые особенности знаний. Здесь скорее выявляется

нерадивость студентов на фоне большего прилежания, поскольку тесты можно составить таким образом, чтобы они выявляли процесс списывания у других студентов, чего нельзя исключить никаким путем в режиме дистанционного обучения. Студенты могут держать непрерывную связь в ходе тестирования с использованием другого канала связи или даже другого компьютера.

При высокоскоростном тестировании следует помнить, что невозможно полностью исключить подсказки и списывание. В целом исключить списывание не так просто, как кажется, даже при очном тестировании, поскольку рост техники наблюдения за студентами сопровождается ростом техники скрытного получения информации, включая микронаушники и тому подобные ухищрения.

1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Задача состоит в том, чтобы выявить уровень знаний студентов по каждой отдельной теме. При этом следует помнить, что призывать студентов не списывать или не использовать подсказки столь же неэффективно, как просить блогеров соблюдать правила орфографии и синтаксиса – призыв не будет понят и услышан. Перед любым преподавателем всегда стоит задача отсеивания тех, кто живет чужим умом, используя шпаргалки. Известно, что зарубежные профессора считают свои учебные материалы конфиденциальными сведениями, они крайне неохотно делятся такими сведениями даже в случаях крайней необходимости, например, при организации совместных образовательных программ. Их можно понять, они опасаются, что

эти материалы могут быть использованы другим преподавателем, то есть опасаются, по-видимому, плагиата от коллег. Но еще больше они, по-видимому, опасаются того, что студенты, заранее ознакомившись с задаваемыми вопросами, подготовят ответы на них, и больше ничего не будут учить, поскольку наличие правильных ответов на все вопросы якобы гарантирует успешную сдачу экзамена.

Наш личный опыт говорит о другом. Во-первых, продвигать и рекламировать собственные методы образования – это более эффективный путь развития преподавателя как профессионала, более прямой путь и к признанию, и к получению достаточной критики, которая позволяет улучшать учебные материалы и совершенствовать процесс преподавания. Во-вторых, от студентов все равно невозможно скрыть информацию, если единожды тесты были озвучены, следует далее исходить из того, что кто-то из студентов обязательно сохранит перечень правильных вопросов после того, как результаты тестирования будут озвучены.

Таким образом, тесты необходимо составить таким образом, чтобы они выявляли не только правильность или неправильность ответов, но и факты списывания (или совместного заполнения), то есть таким образом, чтобы возможность полностью правильных ответов была не единственной. В этом случае полное совпадение всех ответов действительно будет указывать на большую вероятность совместного заполнения (списывания).

2. МЕТОД РЕШЕНИЯ

Предлагаемый метод решения поставленной задачи состоит в том, что после вопроса предлагаются самые разнообразные варианты, в том числе такие, на которые студенты легко «ведутся», потому что ответы составлены с заимствованием терминологии вопросов, в них присутствует кажущаяся логика на бытовом уровне. Можно подобные варианты ответов охарактеризовать как «ловушка для невежды». Не следует бояться большого количества вопросов в тестах. Конечно, чем больше вопросов, тем больше работы у преподавателя по проверке этих результатов, но среди большого количества вопросов можно скрыть и такие, которые позволяют выявить следующие факторы: а) использование только интуиции; б) списывание; в) несерьезное отношение в опросу; г) чрезвычайно тонкое и точное понимание предмета; д) полное непонимание предмета; е) полное неумение применить полученные знания даже если они имеются. Некоторые вопросы могут быть сделаны преднамеренно слишком простыми, а ответы на них могут быть заведомо ложными, как, например, первые варианты ответов в телеигре «Кто хочет стать миллионер?».

Ниже приводятся варианты тестов по предмету «Моделирование (и оптимизация) систем автоматического управления». Основные вопросы этого предмета изложены в публикациях [1–16], но для того, чтобы ответить правильно на тесты, достаточно изучить учебное пособие [2], остальные публикации нужны для более углубленного изучения некоторых тем. Тем не менее, прямые ответы на данные вопросы найти можно не всегда, необходимо хотя бы минимально подумать в момент освоения предмета, а не в момент чтения вопроса при ограниченном времени на ответ. Если студент предмет знает, то он не только правильно ответит на все вопросы, но и некоторым образом повеселится, а на вопросы, которые предполагают различные варианты ответов, разные студенты могут ответить по-разному, но при этом правильно. С этой целью мы разделяем вопросы на следующие категории: а) вопросы, на которые только единственный ответ правильный. Выбор любого другого ответа или выбор двух ответов, даже если один из них правильный – это ошибка; б) вопросы, на которые может быть несколько правильных ответов, выбор каждого правильного ответа дает некоторое количество баллов, полный комплект дает «отлично»; в) вопросы, предполагающие такие ответы, которые в зависимости от разъяснений и индивидуальных пониманий студента могут быть сочтены правильными или же не правильными, ответы на такие вопросы не влияют на оценку за тест, но позволяют выявить списание.

3. ТЕСТ 1

1. В чем разница регуляторов с обводным каналом и с упредителем Смита?
 - a. В обводном канале имеется петля обратной связи, а в упредителе Смита ее нет.
 - b. В упредителе Смита имеется петля обратной связи, а в обводном канале ее нет.
 - c. Упредитель Смита является частным случаем обводного канала.
 - d. Обводной канал упредителя является частным случаем Смита.
2. В чем сходство структур регуляторов с обводным каналом и с упредителем Смита?
 - a. В передаточных функциях дополнительно включаемого последовательного звена.
 - b. В структуре подключения этого регулятора.
 - c. В наличии элемента запаздывания во включаемом последовательном звене.
 - d. В отсутствии элемента запаздывания во включаемом последовательном звене.
 - e. В наличии элемента запаздывания в обратной связи.
 - f. В отсутствии элемента запаздывания в обратной связи.

3. Какие недостатки различных датчиков могут быть устранены за счет использования нескольких датчиков?
 - a. Большие габариты и большая стоимость.
 - b. Малая полоса частот и малый диапазон управления.
 - c. Малое быстродействие и большой дрейф нуля.
 - d. Большой дрейф нуля и большие высокочастотные шумы
 - e. Большой вес и малая долговечность.
4. На какие свойства замкнутой системы влияет смещение датчика?
 - a. На быстродействие системы.
 - b. На время вычисления регулятора при оптимизации.
 - c. На выбираемый при моделировании способ интегрирования.
 - d. На уровень шумов в получаемой системе стабилизации.
 - e. На статическую точность получаемой системы стабилизации.
 - f. На динамическую ошибку в получаемой системе стабилизации.
 - g. Влияет на все вышеперечисленное.
 - h. Ни на что не влияет.
5. На какие качества замкнутой системы влияют шумы датчика?
 - a. На быстродействие системы.
 - b. На время вычисления регулятора при оптимизации.
 - c. На выбираемый при моделировании способ интегрирования.
 - d. На уровень шумов в получаемой системе стабилизации.
 - e. На статическую точность получаемой системы стабилизации.
 - f. На динамическую ошибку в получаемой системе стабилизации.
 - g. Влияет на все вышеперечисленное.
 - h. На стоимость разрабатываемой системы.
 - i. На количество необходимых датчиков.
 - j. Ни на что не влияет.
6. Как понимать невозможность оптимизации ПИД регулятора для модели объекта первого порядка?
 - a. Никакими способами нельзя получить регулятор, отвечающий заданным требованиям при использовании такого регулятора.
 - b. Хотя регулятор, отвечающий заданным требованиям, получить легко, процедура оптимизации без специальных мер не дает требуемого решения, поскольку она останавливается ранее, чем будет получен требуемый результат.
 - c. Процедура оптимизации заканчивается лишь тогда, когда вследствие дискретности моделирования, дальнейшее увеличение коэффициентов невозможно, но если шаг дискретности после этого уменьшать, процедура опять будет увеличивать коэффициенты, и так до бесконечности.
7. Как необходимо видоизменить стоимостную функцию, чтобы ограничить перерегулирование?
 - a. Ввести в стоимостную функцию слагаемое, которое растет с ростом перерегулирования.
 - b. Ввести в стоимостную функцию слагаемое, которое растет при росте ошибки.
 - c. Любым из двух указанных выше способов.
 - d. Своевременно отключить регулятор от системы.
 - e. Заблаговременно прогреть систему.
 - f. Исключить броски управляющих сигналов путем встраивания в контур задания фильтра низких частот.
 - g. Подавить помеху путем ее фильтрации.
 - h. Использовать не менее двух идентичных датчиков, включенных параллельно.
 - i. Применить предиктор Смита.
 - j. Применить многоканальное регулирование.
 - k. Ввести в стоимостную функцию модуль ошибки в четвертой степени или в более высокой степени.
 - l. Исключить из стоимостной функции интеграл.
 - m. Использовать лишь нечетные степени от модуля ошибки.
8. Что такое регулятор с псевдолокальными связями?
 - a. Регулятор, в котором связи на самом деле не локальные, а глобальные.
 - b. Регулятор, в котором некоторые связи на самом деле не используют фактических сигналов из объекта, а лишь их виртуально вычисленные модели.
 - c. Регулятор, в котором локальные связи являются не обратными, а прямыми.
 - d. Регулятор, в котором все связи являются локальными.
 - e. Регулятор, в котором более двух связей, причем, не менее двух из них – глобальные.
9. Какое свойство алгоритмов оптимизации называется «устойчивостью» или «сходимостью»?
 - a. Свойство, которое обеспечивает схожесть получаемых переходных процессов между собой.
 - b. Свойство, которое обеспечивает устойчивый процесс отыскания экстремума стоимостной функции.
 - c. Свойство, которое обеспечивает отыскание устойчивого регулятора.
 - d. Свойство, которое обеспечивает численное вычисление производных, которые сходны по виду с результатом их аналитического вычисления.

- e. Свойство, которое обеспечивает получение характеристик процесса, которые сходны с характеристиками, заданными в технических требованиях к системе.
10. От чего зависит сходимость решения задачи данным алгоритмом оптимизации?
- От вида математической записи стоимостной функции.
 - От метода интегрирования, применяемого при численной оптимизации.
 - От фактической зависимости стоимостной функции от ее аргументов и от метода численной оптимизации, в том числе и от метода интегрирования.
 - От времени, предоставленной для решения задачи численной оптимизации.
 - От фактической длительности переходного процесса.
 - От наличия или отсутствия интеграторов в модели объекта регулирования.
 - От наличия или отсутствия дифференцирования в модели объекта регулирования.
11. Что означает «негрубое» решение?
- Соблюдение нравственно-этических норм в описании модели регулятора.
 - Достаточно высокую точность и качество настройки регулятора.
 - Слабую зависимость вида переходного процесса от точности реализации параметров модели объекта и регулятора.
 - Сильную зависимость вида переходного процесса от точности реализации параметров модели объекта и регулятора.
 - Невозможность управления объектом в случае отсутствия звена запаздывания в структуре регулятора.
 - Необходимость использования фильтра высоких частот для устранения высокочастотных шумов, которые огрубляют выходной сигнал.
 - Высокое качество аналитической проверки результата численной оптимизации регулятора.
 - Отсутствие необходимости модельного подтверждения результата.
12. Каким образом можно убедиться в негрубости решения?
- Осуществить подсчет значащих цифр в коэффициентах регулятора.
 - Осуществить моделирование после округления коэффициентов регулятора и сравнить результаты.
 - Уменьшить все коэффициенты регулятора не менее чем на 45%, осуществить повторное моделирование и сравнить результаты.
 - Увеличить все коэффициенты регулятора не менее чем на 25%, осуществить повторное моделирование и сравнить результаты.
- e. Изменить коэффициенты регулятора так, чтобы их произведение осталось неизменным, после чего осуществить повторное моделирование и сравнить результаты.
13. Что такое «критерий качества замкнутой системы»?
- Совокупность отраслевых стандартов, предъявляемых к замкнутым системам.
 - Совокупность отраслевых стандартов, предъявляемых к регуляторам замкнутых систем.
 - Целевая функция, используемая при оптимизации.
 - Стоимость разработки и производства регуляторов.
 - Предполагаемый экономический эффект от внедрения замкнутой системы в промышленность.
 - Наличие или отсутствие знака качества на системе, который присуждается при достижении определенных показателей (точность, быстродействие, энергоэффективность).
 - Показатель, отражающий экономию энергии при управлении энергоемкими процессами.
 - Показатель того, сколько раз можно применять один и тот же регулятор в различных системах.
 - Величина, обратно пропорциональная критерию количества системы.
14. Для чего используется критерий качества замкнутой системы?
- Для технико-экономического обоснования расчета.
 - Для принятия решения о выборе метода управления.
 - Для работы алгоритма численной оптимизации.
 - Для расчета очередного приращения выходного сигнала при моделировании и оптимизации.

4. ТЕСТ № 2

- Какие положительные качества различных датчиков могут быть соединены?
 - Малые габариты и малый вес.
 - Малые шумы и малый дрейф нуля.
 - Большое быстродействие и большой диапазон управления.
 - Малая стоимость и большая долговечность.
- Каким образом сопоставить эффективность нескольких различных структур регулятора, чтобы при этом исключить влияние качества настройки этих структур?
 - Следует использовать одинаковые настройки регуляторов для различных структур регуляторов, применить их к одинаковым объектам, после чего сравнить результаты.

- b. Следует для каждой структуры задать один и тот же объект и рассчитать оптимальный регулятор, после чего сравнить результаты.
 - c. Следует применить метод локализации для каждой из структуры, после чего сравнить результат.
 - d. Следует задать одинаковые стоимостные функции, и, изменяя параметры объекта, посмотреть, как будет изменяться результат.
 - e. Следует вычислить робастный регулятор для каждой структуры.
 - f. Следует применить метод Циглера-Никольса
 - g. Следует применить метод незатухающих колебаний.
 - h. Следует применить метод затухающих колебаний.
 - i. Следует применить метод Коэна-Куна.
3. Для чего применяются составные стоимостные функции?
- a. Для упрощения вычислений.
 - b. Для повышения быстродействия.
 - c. Для совмещения различных требований к системе.
 - d. Для подавления эффекта нелинейности.
 - e. Для получения более точной модели объекта.
 - f. Для управления составными объектами регулирования.
 - g. Для упрощения моделирования.
4. Какие из перечисленных ниже подзадач не решаются при проектировании регулятора методом численной оптимизации?
- a. Определение структуры (структурная идентификация) объекта.
 - b. Определение коэффициентов модели (численная идентификация) объекта.
 - c. Формирование стоимостной функции.
 - d. Проектирование компенсатора.
 - e. Расчет регулятора методом численной оптимизации.
 - f. Снятие характеристики отклика модели объекта с регулятором в разомкнутом состоянии.
 - g. Определение грубости полученной системы.
 - h. Обеспечение адаптивных свойств полученной системы.
 - i. Реализация регулятора.
 - j. Доводка параметров регулятора эмпирическим путем.
 - k. Снятие амплитудно-частотных и фазочастотных характеристик регулятора.
5. Возможна ли теоретически оптимизация настройки ПИ-регулятора для объекта первого порядка?
- a. Возможна, только если составная целевая функция ограничивает коэффициенты усиления.
 - b. Возможна только лишь при конечном шаге интегрирования.
 - c. Возможна если составная целевая функция ограничивает коэффициенты усиления или при конечном шаге интегрирования или при использовании метода Монте-Карло.
 - d. Всегда возможна.
 - e. Невозможна ни в каком случае.
 - f. Невозможна ни на практике, ни в теории.
6. Что может препятствовать итеративной оптимизации регулятора на практике?
- a. Недостаток времени для моделирования вследствие высокой сложности модели объекта и регулятора, что приводит к неустойчивости процесса численной оптимизации.
 - b. Наличие участков с различными наклонами, что делает зависимость качества системы от коэффициентов не монотонной, поэтому может иметься несколько локальных экстремумов целевой функции.
 - c. Зависимость стоимостной функции от времени моделирования, что не позволяет завершить процесс настройки.
 - d. Недостаточное количество регулировок, которые могут быть применены для настройки регулятора.
 - e. Избыточное количество регулировок, которые могут быть применены для настройки регулятора.
 - f. Невозможность измерения ошибки управления.
 - g. Дрейф датчика в системе.
 - h. Широкополосные шумы, присущие любой системе.
 - i. Неустойчивость управления вследствие наличия двух и более интеграторов в регуляторе.
7. Как необходимо видоизменить стоимостную функцию, чтобы ограничить перерегулирование?
- a. Ввести в стоимостную функцию слагаемое, которое растет с ростом перерегулирования.
 - b. Ввести в стоимостную функцию слагаемое, которое растет при росте ошибки.
 - c. Любым из двух указанных выше способов.
 - d. Своевременно отключить регулятор от системы.
 - e. Заблаговременно прогреть систему.
 - f. Исключить броски управляющих сигналов путем встраивания в контур задания фильтра низких частот.
 - g. Подавить помеху путем ее фильтрации.
 - h. Использовать не менее двух идентичных датчиков, включенных параллельно.
 - i. Применить предиктор Смита.

- j. Применить многоканальное регулирование.
 - k. Ввести в стоимостную функцию модуль ошибки в четвертой степени или в более высокой степени.
 - l. Исключить из стоимостной функции интеграл.
 - m. Использовать лишь нечетные степени от модуля ошибки.
8. Что означает «негрубое» решение?
- a. Соблюдение нравственно-этических норм в описании модели регулятора.
 - b. Достаточно высокую точность и качество настройки регулятора.
 - c. Слабую зависимость вида переходного процесса от точности реализации параметров модели объекта и регулятора.
 - d. Сильную зависимость вида переходного процесса от точности реализации параметров модели объекта и регулятора.
 - e. Невозможность управления объектом в случае отсутствия звена запаздывания в структуре регулятора.
 - f. Необходимость использования фильтра высоких частот для устранения высокочастотных шумов, которые огрубляют выходной сигнал.
 - g. Высокое качество аналитической проверки результата численной оптимизации регулятора.
 - h. Отсутствие необходимости модельного подтверждения результата.
9. Каким образом можно убедиться в негрубости решения?
- a. Осуществить подсчет значащих цифр в коэффициентах регулятора.
 - b. Осуществить моделирование после округления коэффициентов регулятора и сравнить результаты.
 - c. Уменьшить все коэффициенты регулятора не менее чем на 45%, осуществить повторное моделирование и сравнить результаты.
 - d. Увеличить все коэффициенты регулятора не менее чем на 25%, осуществить повторное моделирование и сравнить результаты.
 - e. Изменить коэффициенты регулятора так, чтобы их произведение осталось неизменным, после чего осуществить повторное моделирование и сравнить результаты.
10. Для чего необходимо, чтобы стоимостная функция объединяла несколько аддитивных компонент?
- a. Для удовлетворения противоречивых требований к качеству системы.
 - b. Для упрощения ее вычисления.
 - c. Для того чтобы избежать интегрирования.
 - d. Для более точного вычисления интегралов.
11. Из каких соображений выбирается метод интегрирования?
- a. Из соображений простоты реализации.
 - b. Из соображений скорости вычислений.
 - c. Исходя из требования отсутствия статической ошибки в системе.
 - d. Исходя из корректности вычисления производных и интегралов от сложных функций.
 - e. Исходя из критерия отсутствия петель, не содержащих ни одного интегратора.
12. Что называют кусочно-робастным регулятором?
- a. Регулятор, который является в целом адаптивным, а по каждому отдельному параметру – робастным.
 - b. Регулятор, который является робастным лишь в отдельных областях возможных параметров объекта.
 - c. Регулятор, рассчитываемый методом замороженных коэффициентов.

5. ТЕСТ 3

1. Что необходимо помнить при моделировании систем на основе нелинейных объектов.
- a. Перед моделированием необходимо выбрать опцию «нелинейный объект», при этом на задание следует подавать синус, а на возмущение следует подавать косинус.
 - b. Никогда не следует подавать единичное ступенчатое воздействие: воздействие всегда должно быть не менее десяти, как по заданию, так и по возмущению.
 - c. Никогда не следует подавать единичное ступенчатое воздействие: воздействие по заданию всегда должно быть не более одной десятой, а по возмущению – не более половины этой величины.
 - d. Перед моделированием необходимо убрать галочку с окошка «линейный объект», всегда следует подавать только единичное ступенчатое воздействие, но оно должно быть сдвинуто по времени не менее, чем на 10 шагов дискретизации.
 - e. Сигналы следует подавать именно такой величины, какие они ожидаются в реальности, все одновременно, желательно строить семейство переходных процессов при различных значениях сигналов (задание, помеха).
 - f. На задание следует подавать ступенчатый скачок, а на возмущение следует подавать синус.
 - g. Нельзя одновременно подавать сигналы на задание на возмущение.
 - h. Всегда следует одновременно подавать сигналы на задание на возмущение, причем один из них должен быть гармонический, другой – линейно нарастающий.

- i. Моделирование всегда следует выполнять в режиме реального времени.
2. Для чего применяется детектор роста ошибки?
 - a. Для ускорения переходного процесса.
 - b. Для снижения величины перерегулирования.
 - c. Для подавления колебаний в переходном процессе.
 - d. Для подавления обратного перерегулирования.
 - e. Для подавления статической ошибки.
 - f. Для ограничения интервала поиска коэффициентов регулятора.
 - g. Для устранения ошибки управления полностью.
 - h. Для подавления перекрестных помех.
 - i. Для подавления немонотонности переходного процесса.
 - j. Для обеспечения астатизма второго порядка.
 - k. Для обеспечения астатизма первого и второго порядков.
 - l. Для устранения астатизма.
 - m. Для выявления ошибок в моделировании.
 - n. Для выявления ошибок в структурной схеме объекта.
 - o. Для выявления ошибок в структурной схеме регулятора.
 - p. Для устранения влияния фактических шумов объекта при оптимизации.
3. Какие компоненты обязательны в структурной схеме детектора роста ошибки?
 - a. Нелинейность типа «зона нечувствительности»
 - b. Блок вычисления произведения.
 - c. Блок вычисления производной.
 - d. Ограничитель.
 - e. Блок возведения в степень.
 - f. Блок извлечения корня.
 - g. Сумматор.
 - h. Интегратор.
 - i. Весовая функция.
 - j. Блок вычисления целой части.
 - k. Квантователь по времени.
 - l. Квантователь по уровню.
 - m. Звено запаздывания.
4. Чем отличается детектор роста ошибки от детектора неправильных движений?
 - a. Структурой: в детекторе роста ошибки имеется звено запаздывания, а в детекторе неправильных движений его не имеется.
 - b. Структурой: в детекторе неправильных движений имеется звено запаздывания, а в детекторе роста ошибки его не имеется.
 - c. Ничем, это два названия одного и того же детектора.
 - d. Детектор роста ошибки является частным случаем детектора неправильных движений.
 - e. Детектор неправильных движений является частным случаем детектора роста ошибки.
 - f. В детекторе роста ошибки не применяется ограничитель.
 - g. В детекторе неправильных движений не используется производная от ошибки по времени.
 - h. В детекторе роста ошибки используется квадрат ошибки, а в детекторе неправильных движений – модуль ошибки в первой степени.
5. Какой метод интегрирования рекомендуется выбирать в программе VisSim?
 - a. Рунге-Кутта второго порядка.
 - b. Простой метод Эйлера или Булирш-Стоера.
 - c. Метод Эйлера с упреждением.
 - d. Метод трапеций.
 - e. Рунге-Кутта четвертого порядка.
 - f. Рунге-Кутта пятого порядка.
 - g. Адаптивный Рунге-Кутта.
 - h. Любой.
 - i. Пользовательский, который необходимо вводить в качестве импортируемого блока программы Matlab.
6. К чему может привести неверно выбранный метод интегрирования?
 - a. Какая-либо из производных высокого порядка (как правило, начиная с пятой) будет вычисляться с шумами.
 - b. Производная от интеграла или интеграл от производной будут не совпадать с исходным сигналом, либо какие-то производные или интегралы будут вычисляться некорректно.
 - c. При вычислении интеграла будет накапливаться слишком большое смещение, что приведет к прерыванию моделирования.
 - d. Точность интегрирования будет недостаточна, для астатического управления.
 - e. Моделирование можно будет осуществлять только в режиме реального времени.
 - f. Будет некорректно вычисляться чистое запаздывание.
 - g. Невозможно будет моделировать контуры, в которых нет хотя бы одного инерционного звена (фильтра, звена запаздывания, интегратора и т.п.).
7. Какова особенность целевых функций при оптимизации регуляторов для многоканальных объектов?
 - a. Целевая функция является линейной комбинацией целевых функций каждого канала.
 - b. Целевая функция должна быть реализована в виде суммы невязок.

- c. Целевая функция не применяется, вместо нее следует применять стоимостную функцию.
 - d. Целевая функция первого канала должна быть рассчитана раньше, чем целевая функция второго канала и так далее.
 - e. Целевая функция должна зависеть не более чем от восемнадцати аргументов.
 - f. В целевой функции требуется вводить ошибку в квадрате или в четвертой степени.
 - g. В целевой функции степень ошибки равна $2N$, где N – количество каналов.
 - h. В целевой функции ошибка растет пропорционально 2^N , где N – количество каналов.
8. Какова особенность тестового воздействия при оптимизации регуляторов для многоканальных объектов?
- a. Тестовые воздействия должны быть в виде когерентных друг другу гармонических сигналов.
 - b. Тестовые воздействия должны быть только в виде функций Уолша.
 - c. Тестовые воздействия должны быть только в виде несинхронных гармонических функций.
 - d. Тестовые воздействия должны быть в виде сдвинутых по времени ступенчатых скачков, другие варианты не допустимы.
 - e. Тестовые воздействия должны быть в виде линейно нарастающих сигналов, причем скорость нарастания должна быть разная для каждого канала.
 - f. Тестовые воздействия должны быть в виде ступенчатых скачков, подаваемых одновременно на все каналы, причем, амплитуда этих скачков должна быть обязательно разной для каждого канала.
 - g. Тестовые воздействия должны быть независимыми линейно, это могут быть функции Уолша, некогерентные гармонические сигналы, либо сдвинутые ступенчатые воздействия и т.п.
 - h. Тестовые воздействия в сумме должны быть равными нулю, то есть, например, при подаче задания в виде скачка, одновременно необходимо подавать возмущение в виде скачка с обратным знаком, но равным ему по амплитуде, и так с каждым каналом.
9. Принципы выбора нумерации каналов при оптимизации регуляторов для многоканальных объектов
- a. Следует стремиться, чтобы строки в матрице объекта были пропорциональны друг другу.
 - b. Следует стремиться, чтобы столбцы в матрице объекта были пропорциональны друг другу.
 - c. Следует стремиться, чтобы в главной диагонали элементы имели большее значение по величине и (или) большее быстродействие.
- d. Следует стремиться, чтобы количество входов совпадало с количеством выходов.
- e. Следует группировать все входы (выходы) по темпам движений: чем выше номер канала, тем больше должна быть скорость канала.
- f. Следует группировать все входы (выходы) по темпам движений: чем выше номер канала, тем меньше должна быть скорость канала.
10. В каких случаях при оптимизации регуляторов для многоканальных объектов, когда достаточно использовать отдельные контуры?
- a. Если объект линеен.
 - b. Если в главной диагонали матрицы объекта стоят элементы с большими по абсолютной величине значениями и с меньшим быстродействием.
 - c. Если в главной диагонали матрицы объекта стоят элементы с большими по абсолютной величине значениями и с большим быстродействием.
 - d. Если в каждой диагонали матрицы объекта стоят элементы с большими по абсолютной величине значениями и с меньшим быстродействием.
 - e. Если в каждой диагонали матрицы объекта стоят элементы с большими по абсолютной величине значениями и с большим быстродействием.
 - f. Если объект не линеен.
 - g. Если в главной диагонали матрицы объекта имеются интеграторы, а в других местах их нет.
11. Обводной канал для случая оптимизации регуляторов для многоканальных объектов – что это?
- a. Множество одноканальных обводных каналов.
 - b. Множество одноканальных предикторов Смита.
 - c. Специальная матрица, обеспечивающая мажорирование главной диагонали и простоту обеспечения устойчивости всех контуров.
 - d. Полная копия матричной передаточной функции объекта, взятая с обратным знаком.
 - e. ПИД-регулятор, параллельный основному.
 - f. ПИД-регулятор в обратной связи.
 - g. ПД-регулятор в обратной связи.
 - h. ПИД-регулятор, включенный по возмущению.
12. Когда требуется полный ПИД-регулятор для многоканальных объектов?
- a. Всегда

- b. Только в том случае, если в главной диагонали матрицы объекта нет интеграторов.
 - c. Только в том случае, если в главной диагонали матрицы объекта имеются звенья чистого запаздывания.
 - d. Только в том случае, когда требуется астатическое управление.
 - e. Только в том случае, если неполный ПИД-регулятор недостаточно эффективен по качеству переходного процесса
 - f. Только в том случае, если с неполным ПИД-регулятором не удастся сделать астатическую систему.
 - g. Только если каналов больше двух.
 - h. Только если каналов меньше пяти, но больше двух.
13. В каком случае недостаточно в качестве тестовых сигналов при оптимизации применять ступенчатый скачок?
- a. Если требуется обеспечить астатизм первого порядка.
 - b. Если требуется обеспечить астатизм второго порядка.
 - c. Если требуется обеспечить астатизм первого и второго порядка одновременно.
 - d. Если требуется обеспечить астатизм второго порядка, но не требуется астатизм первого порядка.
 - e. При оптимизации ПИДД-регулятора.
 - f. При оптимизации ПИИД-регулятора.
 - g. При оптимизации ПДД-регулятора.
 - h. При оптимизации регулятора на основе метода локализации.
 - i. При использовании предиктора Смита.
 - j. При использовании обводного канала.
 - k. При использовании локальных связей.
 - l. При использовании псевдолокальных связей.
14. В каких случаях целесообразно применять комплексный тестовый сигнал.
- a. Только при синтезе управления по возмущению.
 - b. Всегда, если ступенчатого сигнала недостаточно.
 - c. Только при оптимизации многоканальных систем.
 - d. При использовании предиктора Смита.
 - e. При использовании обводного канала.
 - f. При использовании локальных связей.
 - g. При использовании псевдолокальных связей.
15. Какая компонента обязательно должна присутствовать в целевой функции при проектировании астатических систем?
- a. Компонента, резко возрастающая с ростом перерегулирования.
 - b. Компонента, резко возрастающая с ростом обратного перерегулирования.
 - c. Компонента, резко возрастающая с ростом количества колебаний.
 - d. Компонента, резко возрастающая с ростом статической ошибки.
 - e. Компонента, резко возрастающая с ростом длительности переходного процесса.
 - f. Компонента, резко возрастающая с ростом коэффициента пропорционального тракта регулятора.
 - g. Компонента, резко возрастающая с ростом произведений всех коэффициентов регулятора.
 - h. Компонента, резко возрастающая с ростом модуля ошибки.
 - i. Компонента, резко возрастающая с ростом шумов в системе.
16. Какие меры следует принять при вычислении целевой функции при оптимизации системы с реальным объектом в условиях действия шумов?
- a. Обеспечение существенного роста стоимостной функции вследствие шумов.
 - b. Обеспечение существенного роста стоимостной функции вследствие роста перерегулирования.
 - c. Обеспечение существенного роста стоимостной функции вследствие роста перерегулирования.
 - d. Обеспечение отсутствия вклада шумов и статической ошибки, которые совокупно ниже допустимого порога.
 - e. Обеспечение резкого роста стоимостной функции при наличии статической ошибки.
 - f. Недопущение переключения в режим реального времени.
 - g. Своевременную остановку процедуры оптимизации в автоматическом режиме.
17. Каким образом можно осуществить проектирование робастных регуляторов?
- a. Одновременным синтезом двух или более систем.
 - b. Сканированием параметров объекта в пределах допустимой области значений.
 - c. Сканированием параметров регулятора в пределах допустимой области значений.
 - d. Любым из перечисленных методов.
 - e. Путем линейного нарастания всех параметров регулятора.
18. Что такое кусочно-робастные регуляторы?
- a. Регуляторы, реализуемые методом кусочно-линейной аппроксимации.
 - b. Регуляторы, рассчитываемые методом кусочно-линейной аппроксимации.
 - c. Регуляторы, являющиеся робастными лишь в ограниченных областях допустимых значений параметров.
 - d. Регуляторы, являющиеся робастными лишь при некоторых специальных видах тестовых воздействий.
 - e. Регуляторы, являющиеся робастными только на первой половине переходного процесса.

- f. Регуляторы, являющиеся робастными только на второй половине переходного процесса.
- g. Переключаемые регуляторы, причем переключение осуществляется ровно на середине переходного процесса.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данные тесты позволили выявить те темы, которые наиболее трудны для студентов. Поскольку тестирование было реализовано как промежуточная форма контроля, преподаватель получил возможность скорректировать процесс обучения, сфокусировав дополнительное внимание на трудных темах, а более простые темы не обсуждать повторно. Тем не менее, тестирование содержало и неожиданные результаты, как, например, при ответе на вопрос, предполагающий ответы «a», «b», или «c» восемь студентов ответили явное «e», то есть выбрали вариант, которого даже не было в перечне предложенных вариантов. Можно предположить, что один из студентов выбрал «c», но написал эту букву так, что она была похожа на «e», другой студент списал у него явное «e», а остальные списали уже у этого студента. К слову сказать, ответ «c» в этом случае также был не верным, то есть некоторые студенты списывают не у того студента, про которого достоверно известно, что он по данному предмету хорошо успевает. На основании этого казуса можно рекомендовать не использовать варианты ответов, обозначенные символами, которые можно спутать визуально, например, указанные похожие буквы. Лучше использовать цифры, поскольку студенты очень часто прибегают к такому нехитрому способу попытаться обмануть преподавателя – записать такой символ, который можно трактовать двояко, в надежде, что преподаватель увидит в нем правильный ответ, или можно будет оспорить свою ошибку. Как вариант, можно рекомендовать перед началом тестирования объявлять, чтобы символы были записаны четко, поскольку каждый случай возможного двоякого прочтения символа будет истолкован как ошибка, хотя более правильное решение – это категорически устранять такие возможности, устранить из перечня возможных ответов похожие символы, или осуществлять тестирование в информационной системе, где символы не записываются от руки, а печатаются. В этом случае студент не сможет сослаться на особенности своего почерка. Когда мы пишем, что буква «e» была явно этой буквой, а не буквой «c», мы опираемся на сравнение написания этой буквы в других ответах тех же студентов, поэтому говорим лишь о тех случаях, где не надо быть почерковедом, чтобы уверенно утверждать, какая именно буква в данном случае записана.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Zhmud V., Prokhorenko E., Liapidevskiy A. The design of the feedback systems by means of the modeling and optimization in the program VisSim 5.0/6. В сборнике: proceedings of the IASTED international conference on modelling, identification and control 30th IASTED conference on modelling, identification, and control, ASIAMIC 2010. Сер. "Proceedings of the 30th IASTED conference on Modelling, Identification, And Control, Asiamic 2010" Phuket, 2010. С. 27-32.
- [2] Жмудь В.А. Моделирование, исследование и оптимизация замкнутых систем. монография / Новосибирский государственный технический университет. Новосибирск, 2012.
- [3] Zhmud V.A., Zavorin A.N. Metodi di ottimizzazione del controllo numerico su una modelli troncati. Italian Science Review. 2014. № 4 (13). С. 686-689.
- [4] Voevoda A.A., Zhmud V.A., Ishimtsev R.Y., Semibalamut V.M. The modeling tests of the new pid-regulators structures. В сборнике: Proceedings of the IASTED International Conference on Applied Simulation and Modelling, ASM 2009 18th IASTED International Conference on Applied Simulation and Modelling, ASM 2009. Palma de Mallorca, 2009. С. 165-168.
- [5] Воевода А.А., Жмудь В.А. Сходимость алгоритмов оптимизации регулятора для объекта с ограничителем и с запаздыванием. Научный вестник Новосибирского государственного технического университета. 2007. № 4 (29). С. 179-184.
- [6] Zhmud V., Yadrishnikov O., Poloshchuk A., Zavorin A. Modern key technologies in automatics: structures and numerical optimization of regulators. В сборнике: Proceedings - 2012 7th International Forum on Strategic Technology, IFOST 2012 2012. С. 6357804.
- [7] Васильев В.А., Воевода А.А., Жмудь В.А., Хасуонех В.А. Цифровые регуляторы: целевые функции настройки, выбор метода интегрирования, аппаратная реализация. Сборник научных трудов Новосибирского государственного технического университета. 2006. № 4 (46). С. 3-10.
- [8] Жмудь В.А., Ядрышников О. Численная оптимизация пид-регуляторов с использованием детектора правильности движения в целевой функции. Автоматика и программная инженерия. 2013. № 1 (3). С. 24-29.
- [9] Zhmud V., Dimitrov L., Yadrishnikov O. Calculation of regulators for the problems of mechatronics by means of the numerical optimization method. В сборнике: 2014 12th International Conference on Actual Problems of Electronic Instrument Engineering APEIE 2014 Proceedings. 2014. С. 739-744.
- [10] Zhmud V., Vostrikov A., Semibalamut V. Feedback systems with pseudo local loops. В сборнике: Testing and Measurement: Techniques and Applications - Proceedings of the 2015 International Conference on Testing and Measurement: Techniques and Applications, TMTA 2015 2015. С. 411-417.
- [11] Воевода А.А., Жмудь В.А. Астатическое управление объектами с нестационарными матричными передаточными функциями методом приближенного обращения функциональных комплексных матриц. Научный вестник Новосибирского государственного технического университета. 2006. № 2 (23). С. 3-8.

- [12] Zhmud V., Zavorin A. The design of the control system for object with delay and interval-given parameters. В сборнике: 2015 International Siberian Conference on Control and Communications, SIBCON 2015 - Proceedings 2015. С. 7147060.
- [13] Жмудь В.А., Заворин А.Н. Метод проектирования энергосберегающих регуляторов для сложных объектов с частично неизвестной моделью. В сборнике: Проблемы управления и моделирования в сложных системах Труды XVI Международной конференции. Институт проблем управления сложными системами, Самарский научный центр Российской академии наук; под ред.: Е.А. Федосова, Н.А. Кузнецова, В.А. Виттиха. 2014. С. 557-567.
- [14] Zhmud V.A., Goncharenko A.M. Modern problems of high-precision measurements of the phase differences. В сборнике: Труды XIII Международной Научно-Технической Конференции Актуальные Проблемы Электронного Приборостроения. Proceedings: in 12 volumes. 2016. С. 314-318.
- [15] Жмудь В.А., Французова Г.А., Востриков А.С. Динамика мехатронных систем. Учебное пособие / Новосибирск, 2014.
- [16] Жмудь В.А., Заворин А.Н., Ядрышников О.Д. Неаналитические методы расчета ПИД-регуляторов. Учебное пособие / Новосибирск, 2013.



Вадим Жмудь - заведующий кафедрой Автоматики НГТУ, профессор, доктор технических наук.

E-mail: oao_nips@bk.ru

630073, Новосибирск, просп. К.Маркса, д. 20

Статья поступила 22.06.2020 г.

Testing as a Method of Remote Learning in Connection with the COVID-19 Pandemic: Effective Feedback on the Level of Students' Knowledge

V.A. Zhmud

Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, Russia

Abstract. In the context of self-isolation announced in connection with the COVID-19 pandemic, the ability of teachers to contact teaching methods has changed significantly, including lecturing, conducting practical exercises and laboratory work. Only the possibilities of assigning assignments that students can do on their own have not been affected, since nothing prevents you from assigning assignments and checking the results using any of the communication technologies, starting with email, ending with any means of communication, including conferences and webinars. Methods involving direct dialogs are currently not effective enough, because providing all teachers and students with stable Internet connection in our country still remains a problem. Many systems work stably only with a relatively small number of active interlocutors. In this situation, testing, which, as a rule, teachers actively object, becomes a fairly effective teaching method, providing feedback on the level of students' knowledge. This article informs readers about the experience of applying testing in the subject "Modeling of control systems".

Key words: automation, mathematical modeling, numerical optimization, cybernetics, distance education, network education, testing, automatic control, control in technical systems, higher technical education

REFERENCES

- [1] Zhmud V., Prokhorenko E., Liapidevskiy A. The design of the feedback systems by means of the modeling and optimization in the program VisSim 5.0/6. В сборнике: proceedings of the IASTED international conference on modelling, identification and control 30th IASTED conference on modelling, identification, and control, ASIATIC 2010. Сеп. "Proceedings of the 30th IASTED conference on Modelling, Identification, And Control, Asiamic 2010" Phuket, 2010. С. 27-32.
- [2] Zhmud V.A. Modeling, research and optimization of closed systems. Monograph / Novosibirsk State Technical University. Novosibirsk, 2012. (in Russian).
- [3] Zhmud V.A., Zavorin A.N. Metodi di ottimizzazione del controllo numerico su una modelli troncati. Italian Science Review. 2014. № 4 (13). С. 686-689.
- [4] Voevoda A.A., Zhmud V.A., Ishimtsev R.Y., Semibalamut V.M. The modeling tests of the new pid-regulators structures. In: Proceedings of the IASTED International Conference on Applied Simulation and Modelling, ASM 2009 18th IASTED International Conference on Applied Simulation and Modelling, ASM 2009. Palma de Mallorca, 2009. С. 165-168.
- [5] Voevoda A.A., Zhmud V.A. Convergence of controller optimization algorithms for an object with a limiter and with a delay. Scientific Bulletin of the Novosibirsk State Technical University. 2007. No. 4 (29). S. 179-184. (in Russian).
- [6] Zhmud V., Yadrishnikov O., Poloshchuk A., Zavorin A. Modern key technologies in automatics: structures and numerical optimization of regulators. В сборнике: Proceedings - 2012 7th International Forum on Strategic Technology, IFOST 2012 2012. С. 6357804.
- [7] Vasiliev V.A., Voevoda A.A., Zhmud V.A., Hassuoneh V.A. Digital controllers: target settings, selection of integration method, hardware implementation. Collection of scientific papers of Novosibirsk State Technical University. 2006. No. 4 (46). S. 3-10. (in Russian).
- [8] Zhmud VA, Yadrishnikov O. Numerical optimization of pid-regulators using the detector of the correctness of motion in the target function. Automation and

- software engineering. 2013. No. 1 (3). S. 24-29. (in Russian).
- [9] Zhmud V., Dimitrov L., Yadrishnikov O. Calculation of regulators for the problems of mechatronics by means of the numerical optimization method. В сборнике: 2014 12th International Conference on Actual Problems of Electronic Instrument Engineering APEIE 2014 Proceedings. 2014. С. 739-744.
- [10] Zhmud V., Vostrikov A., Semibalamut V. Feedback systems with pseudo local loops. В сборнике: Testing and Measurement: Techniques and Applications - Proceedings of the 2015 International Conference on Testing and Measurement: Techniques and Applications, TMTA 2015 2015. С. 411-417.
- [11] Voevoda A.A., Zhmud V.A. Astatic control of objects with non-stationary matrix transfer functions by the method of approximate inversion of functional complex matrices. Scientific Bulletin of the Novosibirsk State Technical University. 2006. No. 2 (23). S. 3-8. (in Russian).
- [12] Zhmud V., Zavorin A. The design of the control system for object with delay and interval-given parameters. В сборнике: 2015 International Siberian Conference on Control and Communications, SIBCON 2015 - Proceedings 2015. С. 7147060.
- [13] Zhmud V.A., Zavorin A.N. A method for designing energy-saving controllers for complex objects with a partially unknown model. In the collection: Problems of control and modeling in complex systems. Proceedings of the XVI International Conference. Institute for Management of Complex Systems, Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences; Edited by: E.A. Fedosova, N.A. Kuznetsova, V.A. Wittich. 2014.S. 557-567. (in Russian).
- [14] Zhmud V.A., Goncharenko A.M. Modern problems of high-precision measurements of the phase differences. В сборнике: Труды XIII Международной Научно-Технической Конференции Актуальные Проблемы Электронного Приборостроения. Proceedings: in 12 volumes. 2016. С. 314-318.
- [15] Zhmud V.A., Frantsuzova G.A., Vostrikov A.S. Dynamics of mechatronic systems. Textbook / Novosibirsk, 2014. (in Russian).
- [16] Zhmud V.A., Zavorin A.N., Yadrishnikov O.D. Non-analytical methods for calculating PID controllers (in Russian). Textbook / Novosibirsk, 2013.



Vadim Zhmud – Head of the Department of Automation in NSTU, Professor, Doctor of Technical Sciences.

E-mail: oao_nips@bk.ru

630073, Novosibirsk,
str. Prosp. K. Marksa, h. 20

The paper has been received on 22/02/2020.