

**Тема 2а. Сенсорные системы мобильных роботов (определения, датчики внутреннего состояния).**

1. *Слайд 4. Приведите примеры технической реализации перечисленных органов чувств человека.*

Ответ:

Органы зрения – камера, стереокамера.

Органы слуха – микрофон, набор микрофонов.

Органы обоняния – система из датчиков газа.

Органы вкуса – датчики для анализа химических веществ, уровня кислотности.

Органы осязания – система силомоментного осязания в коллаборативном роботе, тактильные резистивные, пьезоэлектрические, емкостные датчики.

Вестибулярный аппарат – акселерометр, гироскоп, датчик наклона.

2. *Слайд 5. Объясните в чём заключается параллельность обработки информации у человека и последовательность – у робота. Сравните по скорости передачи и обработки информации.*

Ответ: Параллельность обработки информации у человека заключается в одновременном поступлении информации со всех органов чувств по множеству нейронных каналов и одновременной ее обработке множеством нейронов в человеческом мозге. Последовательность обработки информации у робота заключается в том, что хоть информация поступает одновременно со множеством датчиков, в компьютере или микропроцессоре анализ информации и её идентификация все же происходит последовательно заданным алгоритмом.

3. *Слайд 6. Приведите 1-2 примера перечисленных на слайде видов датчиков, укажите, что является входной величиной, а что – выходной.*

Ответ:

Датчики механических перемещений – потенциометр. Вход—угловое перемещение. Выход – величина сопротивления.

Пневматические – реле давлений. Вход – давление газа. Выход – изменение напряжения при выходе за пороговое значение.

Электрические – амперметр. Вход – величина протекаемого тока. Выход - величина сопротивления или цифровой закодированный сигнал.

Датчики скорости, ускорения – акселерометр. Вход – изменение скорости движения объекта и его ускорения. Выход -- величина сопротивления или цифровой закодированный сигнал.

Усилия – тензорезистор. Вход – приложенное усилие. Выход -- величина сопротивления.

Температуры – терморезистор. Вход– температура окружающей среды, выходная величина – величина сопротивления.

Давления – барометр. Вход – давление атмосферы. Выход -- величина сопротивления в Омах, выходная сопротивление, емкость, индуктивность, цифровой закодированный сигнал.

Яркости – фоторезистор. Вход– интенсивность света, выход– величина сопротивления.

- 4. Слайд 7.** Приведите 1-2 примера датчиков перечисленных видов и классов, укажите, что является входной величиной, а что – выходной.

Ответ:

Неэлектрический – напольные весы (пружинные). Входная величина – прикладываемое к верхней поверхности физическое воздействие (вес), выходная величина – показания на шкале.

Электрические – термopapa. Вход – температурное воздействие. Выход – изменение напряжения, пропорционально изменению температуры.

Генераторные – пьезоэлектрический микрофон. Вход – звуковые волны. Выход – напряжение (импульсы в такт звуковым волнам).

Параметрические – линейный потенциометр. Вход – линейное перемещение. Выход – величина сопротивления (падения напряжения).

- 5. Слайд 8.** Приведите 1-2 примера датчиков перечисленных классов (за исключением рассмотренных в лекции), укажите, что является входной величиной, а что – выходной.

Ответ:

Аналоговые—дальномер. Вход – расстояние до объектов перед датчиком. Выход -- величина сопротивления, изменение напряжения, пропорционально изменению расстояния.

Бинарные – термореле. Вход – температурное воздействие на корпус термореле. Выход – изменение электропроводимости при достижении заданной температуры (по положительному или отрицательному фронту).

Цифровые – датчик температуры. Вход – температурное воздействие. Выход – цифровой закодированный сигнал.

- 6. Слайд 9.** К какому классу по принципу действия относится этот датчик и почему (генераторный или параметрический)? Что является входной величиной, а что – выходной?

Ответ: переменный резистор относится к параметрическому классу, т.к. данный датчик преобразует входную величину — изменение положения ползунка — в изменение выходной величины электрического параметра — величины электрического сопротивления.

- 7. Слайд 10.** К какому классу по принципу действия относится этот датчик и почему (генераторный или параметрический)? Что является входной величиной, а что – выходной?

Ответ: кнопка относится к параметрическому классу датчиков, т.к. изменяет значение электрического сопротивления. Вход – прикладываемое усилие. Выход – изменение сопротивления (от близкого к бесконечности сопротивления до близкого к нулю или наоборот).

**8. Слайд 11.** К какому классу по принципу действия относится этот датчик и почему (генераторный или параметрический)? Что является входной величиной, а что – выходной?

Ответ: переменный резистор (потенциометр) с АЦП относится к параметрическому классу датчиков, т.к. данный датчик преобразует входную величину — изменение положения ползунка или угол поворота вала — в изменение выходной величины электрического параметра — величины электрического сопротивления, которое далее оцифровывается с помощью АЦП в двоичный код.

**9. Слайд 12.** Объясните требования, предъявляемые к датчикам (что это означает, зачем это требуется, к чему приведёт их несоблюдение).

Ответ:

- Однозначная зависимость выходной величины от входной требуется для корректного преобразования выходной величины. Если характеристика датчика неоднозначна то его показания без указания начальных условий теряют всякий информационный смысл.
- Стабильность характеристик во времени требуется для обеспечения одинаковой точности измерения на протяжении всей работы датчика. Нестабильность характеристик ведет к искажениям в измерениях и невозможности использовать датчик в составе систем управления.
- Высокая (достаточная) чувствительность — датчик должен быть способен регистрировать минимально значащее для процесса управления изменение контролируемой величины.
- Малые размеры и масса позволяют использовать датчик в мобильных системах, также минимальные массогабаритные показатели расширяют возможные области применения датчиков.
- Отсутствие обратного воздействия на контролируемый процесс и на контролируемый параметр — обеспечивает валидность измерений, при большом влиянии датчика на контролируемый процесс могут ухудшаться динамические свойства объекта управления. Например, измерение тока якорной обмотки двигателя с помощью последовательно подключенного резистора с большим номиналом снижают максимальный момент и КПД двигателя.
- Работа при различных условиях эксплуатации дает возможность применять датчики в экстремальных и недетерминированных средах.
- Различные варианты монтажа расширяют конструктивную гибкость датчиков и позволяют создавать модульные системы на их основе.

**10. Слайд 13.** Приведите пример проприоцептивного датчика и объясните его назначение (за исключением приведённых в качестве примера на данном слайде).

Ответ: Датчик температуры микропроцессора, необходим для отслеживания температуры микропроцессора, чтобы при превышении максимально допустимой для работы микропроцессора температуры снизить частоты или полностью выключить его для предотвращения необратимых повреждений.

**11. Слайд 14.** Приведите пример экстероцептивного датчика и объясните его назначение (за исключением приведённых в качестве примера на данном слайде).

Ответ: Датчик угарного газа и/или CO<sub>2</sub> для мониторинга состояния окружающей среды и реагирования в случае пожара.

**12. Слайд 15.** Какие из перечисленных на слайде датчиков проприоцептивные, какие экстероцептивные?

Ответ:

Проприоцептивные датчики:

концевые датчики, одометры, акселерометры, гироскопы.

Экстероцептивные датчики:

телекамеры, ультразвуковые датчики расстояния, инфракрасные датчики расстояния, лазерные дальномеры.

**13. Слайд 17.** Приведите пример использования концевых микропереключателей (кроме приведённого на слайде).

Ответ: В подъемных устройствах на концах ШВП передач для остановки движения приводов при упоре движущейся каретки ШВП в переключатель, что будет означать упор в максимальную/минимальную величину подъёма и невозможности движения в данную сторону.

**14. Слайд 18.** В чём заключается основное достоинство герконов? Приведите пример использования герконов (кроме приведённого на слайде).

Ответ: основное достоинство заключается в простоте использования, т.к. достаточно прикрепить магнит на ответную часть для срабатывания. Помимо этого, герконы обладают высокой надёжностью, герметичностью, широким температурным диапазоном работы, имеют небольшие габариты

Датчик уровня жидкости -- бублик поплавков с магнитом и геркон на штоке, закреплённом на некотором уровне. Поплавков всплывает при поднятии уровня жидкости, упирается в конец штока с герконом и замыкает цепь.

**15. Слайд 19.** К какому классу по принципу действия (генераторный или параметрический) относится этот датчик и почему?

Ответ: концевой бесконтактный датчик относится к параметрическому классу, т.к. преобразует входную величину в изменение собственного параметра индуктивности или ёмкости.

**16. Слайд 20.** К какому классу по принципу действия и почему (генераторный или параметрический) относится этот датчик и почему.

Ответ: Параметрический, т.к. резистивный датчик силы представляет собой переменный резистор и изменяет величину сопротивления при силовом воздействии.

**17. Слайд 22.** В чём несоответствие способа подключения к МК на рисунке и на электрической схеме. Какой из них верный?

Ответ: несоответствия нет, т.к. в обеих случаях схема представляет собой делитель напряжения, и разница будет заключаться только в начальном значении (без силового воздействия на датчик) и направлении изменения значения показания АЦП. Более правильно обычно составлять схему таким образом, чтобы значение показания АЦП возрастало, в данном случае это будет происходить при подключении по схеме с arduino на картинке.

**18. Слайд 24.** К какому классу по принципу действия (генераторный или параметрический) относится этот датчик и почему?

Ответ: параметрический, т.к. в акселерометре при изменении величины воздействия (ускорения) изменяются значения ёмкостей, которые далее преобразуются в выходной сигнал.

**19. Слайд 25.** В чём отличие измерений по разным осям акселерометра?

Ответ: в трех-осевом акселерометре в зависимости от его ориентации на каждой оси измеряется либо действительное ускорение объекта, либо разность между ускорением движения объекта и проекцией ускорения свободного падения на эту ось. При горизонтальном размещении датчика и отсутствии его движения показания на 2-х осях (X,Y) будут равны нулю, а на оставшейся оси (Z) они будут равны значению ускорения свободного падения.

**20. Слайд 26.** Объясните эффект Кориолиса.

Ответ:

Ответ: если во вращающейся системе отсчета тело движется, то, помимо центробежной силы, на него будет действовать еще одна сила инерции, называемая силой Кориолиса. Например, если система отсчета имеет вращение по часовой стрелке, сила Кориолиса будет действовать в направлении, противоположном движению объекта. Точно так же, если система отсчета имеет вращение против часовой стрелки, сила также будет действовать в противоположном направлении. Эффект Кориолиса – это видимое отклонение объекта из-за вращения Земли вокруг своей оси. Она заставляет движущиеся вдоль поверхности Земли объекты отклоняться вправо (по отношению к направлению движения) в северном полушарии и влево в южном. Эффект горизонтального отклонения сильнее близ полюсов, так как эффективная скорость вращения вокруг локальной вертикальной оси значительно там и уменьшается до нуля у экватора

**21. Слайд 30.** В чём принципиальное отличие установки одометра на оси колёс и на ось двигателя?

Ответ: при установке одометра на оси колёс, пройденное расстояние равно количеству импульсов на выходе одометра. При установке на ось двигателя требуется сначала вычислить среднюю скорость вращения, для этого требуется сначала проинтегрировать за некоторый период, а затем дифференцировать, и после этого вычислить пройденный путь. Но стоит отметить, что в таком случае не будет учитываться люфт и погрешности редуктора.

**22. Слайд 32.** Зачем в датчике два канала? Назначение 3-го (центрального на схеме) фотодетектора? Что такое триггер Шмитта и его назначение в данной схеме?

Ответ: 2 канала используется для определения направления вращения, которое определяется последовательность возрастающих или спадающих фронтов первого и второго каналов.

Триггер Шмитта – это двухпозиционный релейный элемент, статическая характеристика которого имеет зон неоднозначности — петлю гистерезиса, с помощью которой удаётся фильтровать шумы и подавлять дребезг. За счёт гистерезиса выполняется фильтрация шума, и на их выходах формируются импульсы с «резкими» фронтами. Центральный светодиод на фото служит для компенсации темнового тока фотодиода. Он подключён ко входам компараторов

канала А и В, тем самым устанавливает порог, при котором на выходе компаратора будет меняться логический уровень.

**23. Слайд 33. В чём преимущество одометров на датчике Холла по сравнению с оптическими одометрами?**

Ответ: одометры на датчике Холла более надёжны по сравнению с оптическими одометрами, т.к. они менее чувствительны к загрязнению, влажности, механическим воздействиям, они имеют более компактную конструкцию, при этом легче оптических одометров и также имеют высокое быстродействие.

**24. Слайд 34. Объясните, зачем два канала? Зачем АРУ?**

Ответ: для обеспечения необходимой линейности датчика при вращении необходимо иметь как минимум два перпендикулярно расположенных относительно оси вращения датчика Холла и относительно друг друга, но для обеспечения устойчивости при отклонениях магнита в горизонтальной плоскости нужно 4 датчика Холла, расположенных парами симметрично оси вращения магнита. В этом варианте расположения датчиков Холла при небольших смещениях магнита в горизонтальной плоскости падение сигнала на одном датчике будет компенсироваться ростом сигнала на противоположном датчике.

Модуль автоматической регулировки усиления (АРУ) позволяет компенсировать изменение величины сигнала с датчиков Холла Н1...Н4 при изменении величины магнитной индукции вследствие изменения температуры или расстояния между магнитом и микросхемой.

**25. Слайд 35. Приведите примеры использования датчиков на эффекте Холла.**

Ответ:

- выступают в роли датчика положения ротора в бесколлекторных и вентильных двигателях
- в системах электронного зажигания двигателей внутреннего сгорания;
- в приводах дисководов и двигателях вентиляторов компьютерной техники;
- в магнитометрах смартфонов в качестве физической основы работы электронного компаса;
- в электроизмерительных приборах (токоизмерительные клещи) для бесконтактного измерения силы тока.