

## Цифровые технологии и передача данных бинарным (цифровым) кодом

Коррелируется с требованиями Профессионального стандарта «...начальных требований к выпускнику образовательной организации, претендующего на должность младшего специалиста по техническому обслуживанию и среднему ремонту легковых и легких грузовых автомобилей». В списке задач, решаемых рядовым автомобильным техником, задание обозначено индексом Task Sheet NA039: «Демонстрация понимания техники передачи данных с помощью цифровых кодов».

Задача отнесена к уровню приоритетности P-3.

### Теоретическая поддержка:

HALDERMAN, JAMES D. *AUTOMOTIVE TECHNOLOGY: PRINCIPLES, DIAGNOSIS, & SERVICE* в изложении Дмитрия Титаренко: «Автомобильные технологии. Принципы, диагностика и сервис»; 2017; Журнал Автоспециалист+ (Первый год обучения, ноябрьский номер)

Слушатель \_\_\_\_\_ Дата \_\_\_\_\_

Автомобиль: Марка \_\_\_\_\_ Модель \_\_\_\_\_ Год выпуска \_\_\_\_\_

VIN \_\_\_\_\_

Допуск к работе получен:

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Это Практическое задание позволит Вам получить представления о важности понимания современных методов кодирования информации и способах обработки данных.

Решая задачи данной Практической работы Вы должны получить необходимые умения пересчета данных и их конвертации в цифровой (бинарный) код.



### Вводная часть Практического занятия

В процессе обучения Вам часто придется оперировать понятием «Технологии», в том числе «Цифровые технологии».

Сформулируем определение термина:

**Технология** – это комплекс инженерных и научных знаний, которые получили воплощение в средствах и способах труда, наборов материально-вещественных компонентов производства, а также виды их сочетаний, которые создаются, чтобы получить определённый продукт или услугу.

Существует и более простое толкование этого термина:

**TASK SHEET NA039: ДЕМОНСТРАЦИЯ ПОНИМАНИЯ ТЕХНИКИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ С ПОМОЩЬЮ ЦИФРОВЫХ КОДОВ**

**Технология** - совокупность способов переработки сырья и материалов, изготовление изделий и все процессы, которые сопровождают данные виды работ.

Профессионально-техническая технология занимается определением последовательности операций при обработке (в том числе и техническом обслуживании) узлов, деталей и изделий с применением определенного алгоритма.

Цифровые технологии открыли человечеству огромный спектр возможностей. Суть феномена Цифровые технологии – это основанная на методах кодировки и передачи информации дискретная система, позволяющая совершать множество разноплановых задач за кратчайшие промежутки времени. Именно быстрдействие и универсальность этой схемы сделали ИТ-технологии столь востребованными.

Информационные технологии (ИТ – произносится ай-ти, сокращение от англ. Information Technology) в ряде случаев называют Информационно-коммуникационными технологиями – это процессы, методы поиска, сбора, хранения, обработки, предоставления, распространения информации и способы осуществления таких процессов и методов приёмы, способы и методы применения средств вычислительной техники при выполнении функций сбора, хранения, обработки, передачи и использования данных; ресурсы, необходимые для сбора, обработки, хранения и распространения информации.

Целью данной Практической работы является:

- получение практических навыков конвертации сигнального напряжения, представленное десятичным числом, в число, представленное бинарным кодом;
- получение представления о работе модуля электронного управления на примере системы управления впрыскиванием легкого автомобильного топлива (бензина).



**Практическое задание NA039-1**

**Задача**

**1. Демонстрация умения конвертировать сигнальное напряжение, представленное десятичным числом в число, представленное бинарным кодом.**

Процедуры	Задание выполнено
Ваш инструктор изучит результаты Вашего исследования, и поставит соответствующую отметку в каждом из пунктов исследования.	
<p>1</p> <p>Для передачи информации между электронными блоками управления, а также между датчиками и модулем электронного управления используются как аналоговые сигналы, так и цифровые сигналы. Физические величины, такие как температура, давление, линейные перемещения, расход воздуха по своей сути являются непрерывными сигналами, изменение во времени которых можно отписать функциональной зависимостью (функцией) <math>y = f(x)</math>. Фактически датчик формирует электрическое сигнальное напряжение, которое изменяется во времени, то есть функцию <math>y = f(x)</math> можно переписать в виде <math>u = f(t)</math></p> <p>Где:  <math>u</math> – сигнальное напряжение, формируемое датчиком, в вольтах;  <math>t</math> – время наблюдения за сигналом датчика</p> <p>Итак, непрерывно изменяющееся сигнальное напряжение поступает на вход модуля управления, например, двигателем. Для его обработки в электронном модуле управления сигнал следует преобразовать в цифровую форму, поскольку электронный модуль управления может воспринять только сигналы, имеющую цифровую форму.</p> <p>Аналого-цифровой преобразователь, включенный в состав модуля</p>	

электронного управления, решает эту задачу. Сначала непрерывно изменяющееся сигнальное напряжение преобразуют в дискретный вид.

Смотри рисунок NA039-1.

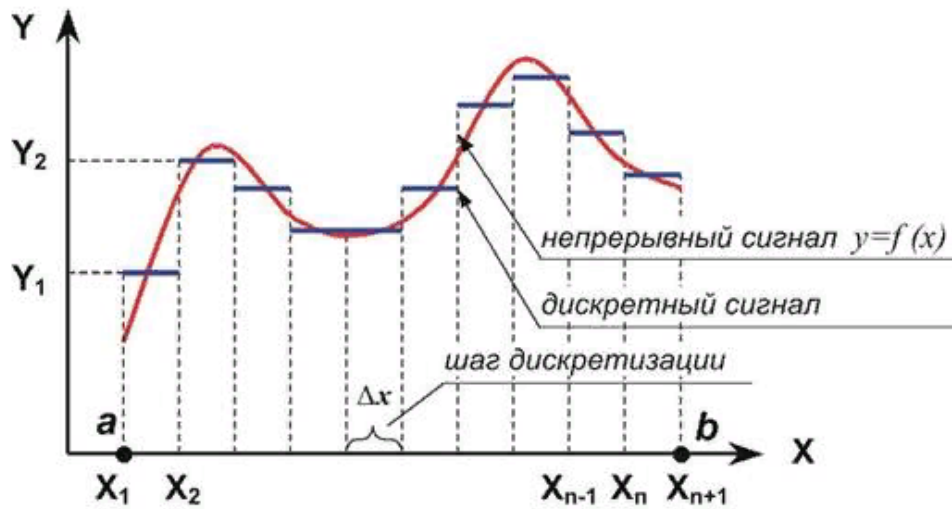


Рисунок NA039-1: Преобразование непрерывно изменяющегося (аналогового) сигнала в дискретный сигнал.

Дискретный сигнал можно сравнить с телом, движущимся по лестнице: шаг вверх на ступеньку – шаг вниз на ступеньку и т.д. Ширина проступи определяется шагом дискретизации, а высота ступеней – скоростью изменения сигнального напряжения. Если сигнальное напряжение изменяется медленно, то и высота ступеней небольшая, но если сигнальное напряжение растет или падает быстро, то и высота ступеней большая. Высоту ступени определяют средней величиной сигнального напряжения, изменяющегося за один шаг дискретизации, то есть высота ступени определяет величину сигнального напряжения в данном шаге дискретизации.

**Задание:**

Определите тип сигнального напряжения.

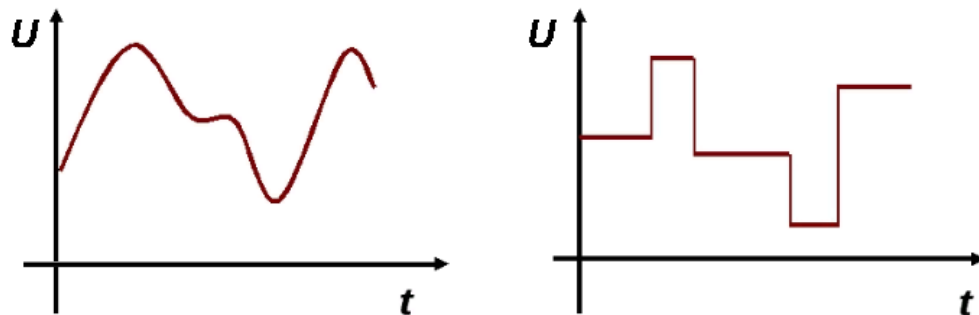


Рисунок NA039-2: Виды сигналов

На левом рисунке аналоговый сигнал	
На левом рисунке дискретный сигнал	
На обоих рисунках изображены аналоговые сигналы	
На обоих рисунках изображены дискретные сигналы	

2

Вторым шагом дискретное напряжение должно быть преобразовано в цифровую форму. На каждом шаге дискретизации определено напряжение, выраженное в вольтах, теперь это напряжение следует представить в цифровой форме.

Поступают следующим образом.

Как правило, к внутренним цепям датчика подаётся стабилизированное напряжение, величина которого строго удерживается на уровне 5 вольт, следовательно, сигнальное напряжение, исходящее от датчика, будет лежать в диапазоне от 0 до 5 вольт.

А теперь вспомним алгоритм преобразования чисел, представленных в десятичной системе счисления, в бинарный код (двоичную систему счисления).

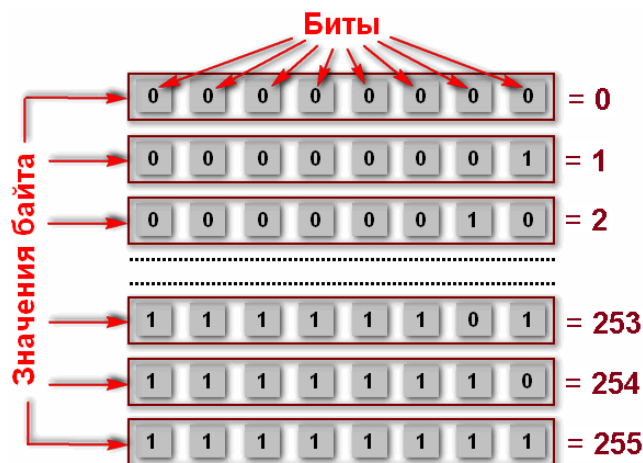


Рисунок NA039-3: Один байт может содержать 256 различных состояний величины, например, сигнального напряжения.

Делим 5 вольт на 256, и получаем шаг напряжения, равный 0,01953125 вольт. Это значит, что значение байта 00000001 от байта 00000000 отстоит на величину приблизительно 0,195 вольт.

Например, дискретное сигнальное напряжение в какой-то момент времени равно 2,25 вольт. Несложно подсчитать, какому числу, представляющего значение байта, будет соответствовать данная величина напряжения.

$$\frac{2,25}{0,01953125} = 115$$

Остаётся число 115 представить в виде бинарного кода (с помощью двух цифр: единички и нуля)

Воспользуемся следующим методом:

- 115:2 = 57 + 1 в остатке
- 57:2 = 28 + 1 в остатке
- 28:2 = 14 + 0 в остатке
- 14:2 = 7 + 0 в остатке
- 7:2 = 3 + 1 в остатке
- 3:2 = 1 + 1 в остатке
- 1:2 = 0 + 1 в остатке

Переписываем остатки сверху вниз, но справа налево:

Получили такое число: 1110011; дополним его до восьми разрядов, дописав 0 перед первой слева цифрой.

В итоге, получаем:

$$115 = 01110011$$

**TASK SHEET NA039: ДЕМОНСТРАЦИЯ ПОНИМАНИЯ ТЕХНИКИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ С ПОМОЩЬЮ ЦИФРОВЫХ КОДОВ**

Число 115 выраженное в бинарном коде представляется, как 01110011

Теперь вернемся к уровню дискретной величины напряжения:

2,25 вольт = 01110011

Проверка

$2^7$	$2^6$	$2^5$	$2^4$	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$
128	64	32	16	8	4	2	1
0	1	1	1	0	0	1	1
0	64	32	16	0	0	2	1

Суммируем числа нижней строки:

$$64+32+16+2+1 = 115$$

$$115 \times 0,01953125 = 2,24609375 \text{ вольта или, приблизительно } 2,25 \text{ вольт}$$

**Задание:**

Определите напряжение 4,00 вольта в виде бинарного кода, повторив алгоритм вычислений, приведенный выше.

Дискретное сигнальное напряжение в какой-то момент времени равно 4,00 вольта. Несложно подсчитать, какому числу, представляющего значение байта, будет соответствовать данная величина напряжения.

$$\frac{4,00}{0,01953125} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Теперь число \_\_\_\_\_ надо представить в виде бинарного кода (то есть с помощью двух цифр: единиц и нулей)

Воспользуемся следующим методом:

	115:2 = 57 + 1 в остатке
	57:2 = 28 + 1 в остатке
	28:2 = 14 + 0 в остатке
	14:2 = 7 + 0 в остатке
	7:2 = 3 + 1 в остатке
	3:2 = 1 + 1 в остатке
	1:2 = 0 + 1 в остатке

Переписываем остатки сверху вниз, но справа налево:

Получили такое число: \_\_\_\_\_; дополним его до восьми разрядов, дописав 0 перед первой слева цифрой.

В итоге, получаем:

$$\underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Число \_\_\_\_\_ выраженное в бинарном коде представляется, как \_\_\_\_\_

Теперь вернемся к уровню дискретной величины напряжения:

**TASK SHEET NA039: ДЕМОНСТРАЦИЯ ПОНИМАНИЯ ТЕХНИКИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ С ПОМОЩЬЮ ЦИФРОВЫХ КОДОВ**

	<p>_____ вольт = _____</p> <p>Проверка</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td><math>2^7</math></td> <td><math>2^6</math></td> <td><math>2^5</math></td> <td><math>2^4</math></td> <td><math>2^3</math></td> <td><math>2^2</math></td> <td><math>2^1</math></td> <td><math>2^0</math></td> </tr> <tr> <td>128</td> <td>64</td> <td>32</td> <td>16</td> <td>8</td> <td>4</td> <td>2</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>_____</td> <td>_____</td> <td>_____</td> <td>_____</td> <td>_____</td> <td>_____</td> <td>_____</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td>_____</td> <td>_____</td> <td>_____</td> <td>_____</td> <td>_____</td> <td>_____</td> <td>_____</td> <td>_____</td> </tr> </table> <p>Суммируем числа нижней строки:</p> <p>_____ + _____ + _____ + _____ + _____ + _____ + _____ + _____ = _____</p> <p>_____ <math>\times 0,01953125</math> = _____ вольта или, приблизительно _____ вольт</p>	$2^7$	$2^6$	$2^5$	$2^4$	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$	128	64	32	16	8	4	2	1	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	
$2^7$	$2^6$	$2^5$	$2^4$	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$																											
128	64	32	16	8	4	2	1																											
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____																											
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____																											
3	<p>Вы получили представление о том, как аналого-цифровой преобразователь конвертирует аналоговый сигнал в дискретный, а затем преобразует это дискретное напряжение в числовой бинарный код, длина которого определяется одним байтом информации.</p> <p>Если точность измерений 0,02 вольта достаточна, то используется кодирование бинарным кодом с восьмью цифрами – 1 байт информации, то есть 8-битное цифровое кодирование.</p> <p>Если же необходима более высокая точность, например, информация о угле поворота рулевого колеса, то производится кодирование сигнала с более высокой точностью. Например, датчик угла поворота способен распознавать угол поворота рулевого колеса на 2,76 оборота вправо и влево. Допустимая точность измерений 16 угловых минут.</p> <p>Подсчитайте, какое количество комбинаций должно передаваться посредством цифрового кодирования?</p> <p><b><u>РЕМАРКА:</u></b></p> <p><u>Что такое машинное слово?</u></p> <p><i>Машинное слово - это информация, записанная в ячейку памяти. Оно представляет собой максимальную последовательность единиц информации, которая обрабатывается, как одно целое.</i></p> <p><i>Длина слова соответствует разрядности процессора, которая на протяжении длительного времени была равна 16 бит. В большинстве современных компьютеров она составляет 64 бита, хотя встречаются и более короткие (32 бита), и более длинные машинные слова. При этом число бит, образующих машинное слово, всегда кратно восьми и может быть легко переведено в байты.</i></p> <p><i>Для конкретного компьютера длина слова является неизменной и относится к ряду важнейших характеристик «железа».</i></p>																																	



Практическое задание NA039-2

Задача

2. Получить представление о том, как работает модуль электронного управления на примере системы управления впрыскиванием легкого автомобильного топлива (бензина).

Процедуры	Задание выполнено
<p>Ваш инструктор изучит результаты Вашего исследования, и поставит соответствующую отметку в каждом из пунктов исследования.</p>	
<p>1</p> <p>На рисунке NA039-4 представлено схематическое изображение процедуры расчёта длительности электрического импульса, который открывает топливную форсунку (инжектор), впрыскивая строго определенное количество топлива.</p> <p>Рисунок NA039-4: Принцип расчёта длительности импульса впрыскивания топлива через инжектор.</p> <p>В составе модуля управления двигателем кроме аналого-цифрового преобразователя установлены два блока памяти:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• блок <i>RAM</i> = <i>Random Access Memory</i> - память с произвольным доступом – оперативное запоминающие устройство, которое обладает энергетической зависимостью, и служит для хранения оперативной информации, поступающей в модуль управления за один сеанс работы.</li> <li>• блок <i>ROM</i> = <i>Read-only memory</i> - постоянное запоминающее устройство, энергонезависимое запоминающее устройство, которое способно хранить информацию длительный период времени. Можно встретить название этой памяти, как «Прошивка». Этот термин применяют в профессиональной терминологии.</li> </ul> <p>В блок <i>RAM</i> поступает информация от датчиков, информация от которых преобразуется в бинарный цифровой код, и хранится в ячейках этой памяти. На рисунке NA039-4 показаны исходные данные:</p>	



- $U_{LL}$  и  $U_{VL}$  – два уровня напряжения. При включении зажигания на модуль управления приходит напряжение батареи (12 вольт). Наличие или отсутствие этого напряжения даёт команду на запуск модуля управления. Стабилизированный уровень напряжения  $U_{VL}$ , как правило, равный 5 вольтам.
- $Q$  – расход воздуха, на рисунке расход воздуха для лучшего восприятия приведен в литрах в минуту. 180 – число, указывающее расход воздуха, измеренный расходомером.
- $n_k$  – частота вращения коленчатого вала, измеренная датчиком скорости вращения коленчатого вала. Для облегчения восприятия указана текущая скорость вращения 800 оборотов в минуту (скорость вращения холостого хода без нагрузки).
- $T_M$  – температура охлаждающей жидкости (температура мотора). Для облегчения восприятия указана температура 80°C (текущая температура приближается к нормальной рабочей температуре)
- $T_L$  – температура воздуха на впуске. Текущее значение 20°C.

Вы должны помнить, что показанные на рисунке NA039-4 текущие значения входных параметров в том виде, в каком они приведены на рисунке, не могут быть сохранены в памяти. Память – это огромное количество микроскопических конденсаторов, которые могут принимать два состояния: Заряжен = Логической единицы; Разряжен = Логический ноль. Оперативная память компьютера, например, 4,00 Гигабайт =  $2^{30}$  байта = 1 073 741 824 байта. Это число, помноженное на 8, даёт представление о количественной возможности оперативной памяти – количестве микроскопических конденсаторов, используемых в оперативной памяти. Отсюда следует, что информация в память может быть записана, только если параметр предварительно переведен в бинарный цифровой код.

В постоянной памяти (*ROM*), записаны (защиты) постоянные величины и расчётные формулы. На рисунке NA039-4 приведены:

- расчётная формула. Обратите внимание, что для простоты восприятия расчетная формула приведена в понятном для человеческого восприятия виде. О цифровом виде этой формулы мы говорить не будем, поскольку это займет много времени. На уроках Информатики Вы должны были понять, что в программе *Excel* формулы записываются в особом виде, используя логические знаки – команды на выполнение.
- $m_L$  – теоретически необходимое количество воздуха. Обратите внимание, что в *ROM* записано значение 14,7. Это значение должно быть Вам известно из предыдущих Практических занятий. Прошивкой можно поменять это значение, например, при переходе на смесь бензина и этилового спирта (*E85*).
- $\rho_L$  – плотность воздуха. Указанное значение  $\rho_L = 0,00129$  г/см<sup>3</sup> (грамм на 1 литр) справедливо для нормальных физических условий (давление равно атмосферному, а температура равна 0°C).
- $\rho_K$  – плотность топлива. Указанное значение  $\rho_K = 0,75$  г/см<sup>3</sup> (грамм на 1 литр) справедливо для нормальных физических условий (давление равно атмосферному, а температура равна 0°C).
- $Z$  – число цилиндров (инжекторов). В нашем случае число цилиндров равно 4, так как на каждый цилиндр установлен один инжектор, в формуле применено количество инжекторов.
- $K$  – максимальная производительность инжектора. В нашем случае  $K = 125$  грамм в минуту.

Микропроцессор – счетно-решающее устройство, которое выполняет:

- Температурную коррекцию плотности воздуха по температуре воздуха на



- впуске в двигатель;
- Температурную коррекцию плотности топлива по температуре охлаждающей жидкости;
- Производит расчёт длительности электрического импульса, подаваемого на каждый из инжекторов.

В данном примере рассмотрен вариант открытого управления без использования обратной связи по содержанию свободного кислорода в выхлопном газе.

**Задание:**



Рисунок NA039-5: Графическая зависимость сопротивления датчика температуры охлаждающей жидкости от её температуры.

Из графиков видно, что датчик температуры охлаждающей жидкости должен информировать электронный модуль управления двигателем в интервале температур от -40°C до 120°C.

Рассчитайте чувствительность датчика температуры охлаждающей жидкости.

Известно, что при -40°C сигнальное напряжение должно быть равно 5 вольтам, а при 120°C сигнальное напряжение снижается до 0 вольт. Определите, какое напряжение соответствует 0°C?

Конвертируйте полученный результат ваших вычислений в бинарный цифровой код.

2	<p>Расходомер воздуха легкового автомобиля имеет диапазон измерений от 0 до 600 кг/час. При этом напряжение, генерируемое датчиком расходомером при 0 расходе равно 0 вольтам, а при 600 кг/час равно 5 вольтам.</p> <p>На холостом ходу, согласно рисунку NA039-4, расход воздуха составил 180 литров в минуту. Определите сигнальное напряжение, генерируемое датчиком на холостом ходу, и конвертируйте полученный результат в бинарный цифровой код.</p>
---	--

3	<p>В технических расчетах плотность газа обычно приводят к нормальным физическим условиям (<math>t = 0^{\circ}\text{C}</math>; <math>p=101\ 325\ \text{Па}</math>) или к стандартным условиям (<math>t = 20^{\circ}\ \text{C}</math>; <math>p= 101325\ \text{Па}</math>).</p> <p>Плотность воздуха при газовой постоянной для воздуха <math>R=287\ \text{Дж} / (\text{кг}\cdot\text{К})</math> в стандартных условиях, вычисленная по уравнению Клайперона-Менделеева будет равна:</p> $p \times V = m \times R \times T$ $\rho = \frac{m}{V} = \frac{p}{R \times T}$ $\rho_0 = \frac{p_0}{R \times T} = \frac{101325}{287 \times (273 + 20)} = 1,2\ \text{кг}/\text{м}^3$ <p>Плотность воздуха при других условиях определяется по формуле:</p> $\rho = \rho_0 \times \frac{p}{p_0} \times \frac{T_0}{T}$ <p>Определите плотность воздуха при <math>-20^{\circ}\text{C}</math> (<math>253\text{K}</math>) и давлении воздуха <math>101325\text{Па}</math>, опираясь на расчетную величину плотности воздуха <math>\rho_0 = 1,2\ \text{кг} / \text{м}^3</math></p>	
4	<p>На рисунке NA039-4 приведена формула расчета длительности электрического импульса, обеспечивающего впрыскивание топлива.</p> <p>Укажите, как изменится длительность электрического импульса впрыска топлива, если плотность воздуха увеличится в соответствии с расчетными значениями, определенными в пункте 3 данного Практического задания.</p> $t_i = \frac{Q \times \rho_L \times 60000}{14,7 \times Z \times n \times K}$	



## РЕЙТИНГ КОМПЕТЕНТНОСТИ СЛУШАТЕЛЯ

Руководитель/инструктор должен оценить эффективность работы, поставив метку в соответствующий квадратик

### 0 - Не выполнил

Не обладает необходимой информацией или практическими навыками, в рамках данной программы; необходимо завершить полнокомплектную подготовку

### 1 - Только под наблюдением

Имеются только общие представления без практического применения; необходимо тщательное наблюдение; требуется дополнительное обучение

### 2 - Ограниченная практика

Имеет малый опыт практической работы, предусмотренный программой обучения; необходимо дополнительное обучение для развития навыков

### 3 - Умеренная квалификация

Выполнил работу самостоятельно в рамках предусмотренной программы; требуется ограниченное дополнительное обучение

### 4 - Мастерство

Можете выполнять задания самостоятельно, без дополнительного обучения

Подпись тренера/инструктора \_\_\_\_\_ Дата \_\_\_\_\_

Фамилия, имя, отчество тренера/инструктора \_\_\_\_\_

*Задания в этом рабочем листе содержат мероприятия, которые также способствуют достижению целого ряда учебных и межпредметных умений. Эти навыки по-разному описываются такими терминами, как «Базовые навыки» или «Ключевые компетенции» или «Прикладная теория».*