

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

Гидравлические передачи локомотивов

(наименование дисциплины(модуля))

Направление подготовки / специальность

23.05.03 Подвижной состав железных дорог

(код и наименование)

Направленность (профиль)/специализация

Локомотивы

(наименование)

Содержание

1. Пояснительная записка.
2. Типовые контрольные задания или иные материалы для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих уровень сформированности компетенций.
3. Методические материалы, определяющие процедуру и критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации.

1. Пояснительная записка

Цель промежуточной аттестации – оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине, обеспечивающих достижение планируемых результатов освоения образовательной программы.

Форма промежуточной аттестации: зачет (4курс заочная форма и 7семестр очной формы обучения)

Перечень компетенций, формируемых в процессе освоения дисциплины

Код и наименование компетенции	Код индикатора достижения компетенции
ПК-8 Способен выполнять работы по проектированию узлов локомотивов и подготовке технической документации	ПК-8.3 Проектирует и рассчитывает различные передачи локомотивов

Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные материалы
ПК-8.3 Проектирует и рассчитывает различные передачи локомотивов	Обучающийся знает: методы расчета новых тепловозных гидротрансформаторов и гидромuft	Вопросы (1 – 7)
	Обучающийся умеет: производить расчеты тягово-экономических характеристик проектируемой гидродинамической передачи	Задания (1-4)
	Обучающийся владеет: навыками проведения инженерных исследований, связанных с проектированием новых гидравлических передач для отечественного подвижного состава.	Задания (1-2)

Промежуточная аттестация (зачет) проводится в одной из следующих форм:

- 1) собеседование;
- 2) выполнение и/или размещение заданий в ЭИОС университета.

2. Типовые¹ контрольные задания или иные материалы для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих уровень сформированности компетенций

2.1 Типовые вопросы (тестовые задания) для оценки знаниевого образовательного результата

Проверяемый образовательный результат:

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Образовательный результат
ПК-8.3 Проектирует и рассчитывает различные передачи локомотивов	Обучающийся знает: методы расчета новых тепловозных гидротрансформаторов и гидромuft
<i>Примеры вопросов/заданий</i> Вопрос 1 Гидравлическими машинами называют Варианты ответа: машины, вырабатывающие энергию и сообщающие ее жидкости; машины, способные работать только при их полном погружении в жидкость с сообщением им механической энергии привода; машины, которые сообщают проходящей через них жидкости механическую энергию, либо получают от жидкости часть энергии и передают ее рабочим органам; машины, соединяющиеся между собой системой трубопроводов, по которым движется рабочая жидкость, отдающая энергию. Вопрос 2: Гидропередача - это Варианты ответа: система трубопроводов, по которым движется жидкость от одного гидроэлемента к другому; механическая передача, работающая посредством действия на нее энергии движущейся жидкости; система, основное назначение которой является передача механической энергии от двигателя к исполнительному органу посредством рабочей жидкости; передача, в которой жидкость под действием перепада давлений на входе и выходе гидроаппарата, сообщает его выходному звену движение. Вопрос 3: Какая из групп перечисленных преимуществ не относится к гидропередачам? Варианты ответа: плавность работы, бесступенчатое регулирование скорости, высокая надежность, малые габаритные размеры; меньшая зависимость момента на выходном валу от внешней нагрузки, приложенной к исполнительному органу, возможность передачи больших мощностей, высокая надежность; бесступенчатое регулирование скорости, малые габаритные размеры, возможность передачи энергии на большие расстояния, плавность работы; безопасность работы, надежная смазка трущихся частей, легкость включения и выключения, свобода расположения осей и валов приводимых агрегатов. Вопрос 4: Насос, в котором жидкость перемещается под действием центробежных сил, называется Варианты ответа: лопастной осевой насос; лопастной центробежный насос; поршневой насос центробежного действия; дифференциальный центробежный насос. Вопрос 5:	

¹ Приводятся типовые вопросы и задания. Оценочные средства, предназначенные для проведения аттестационного мероприятия, хранятся на кафедре в достаточном для проведения оценочных процедур количестве вариантов. Оценочные средства подлежат актуализации с учетом развития науки, образования, культуры, экономики, техники, технологий и социальной сферы. Ответственность за нераспространение содержания оценочных средств среди обучающихся университета несут заведующий кафедрой и преподаватель – разработчик оценочных средств.

Объемный КПД насоса - это

Варианты ответа:

отношение его теоретической подачи к действительной;

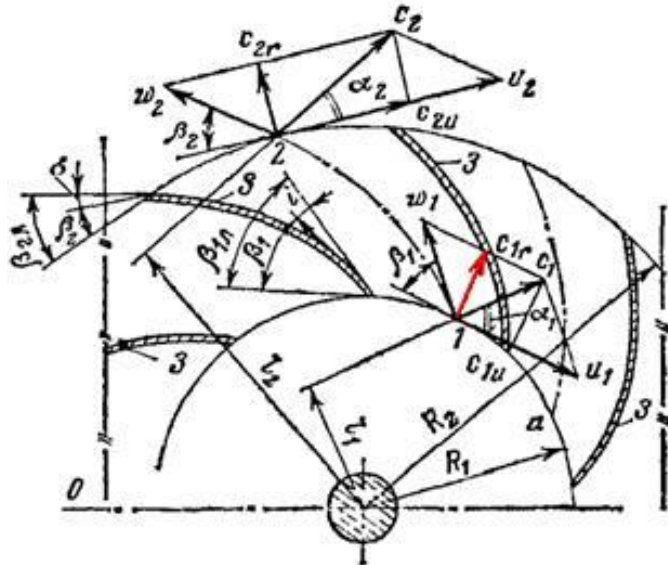
отношение его действительной подачи к теоретической;

разность его теоретической и действительной подачи;

отношение суммы его теоретической и действительной подачи к частоте оборотов.

Вопрос 6:

Вектор какой скорости выделен красным цветом?

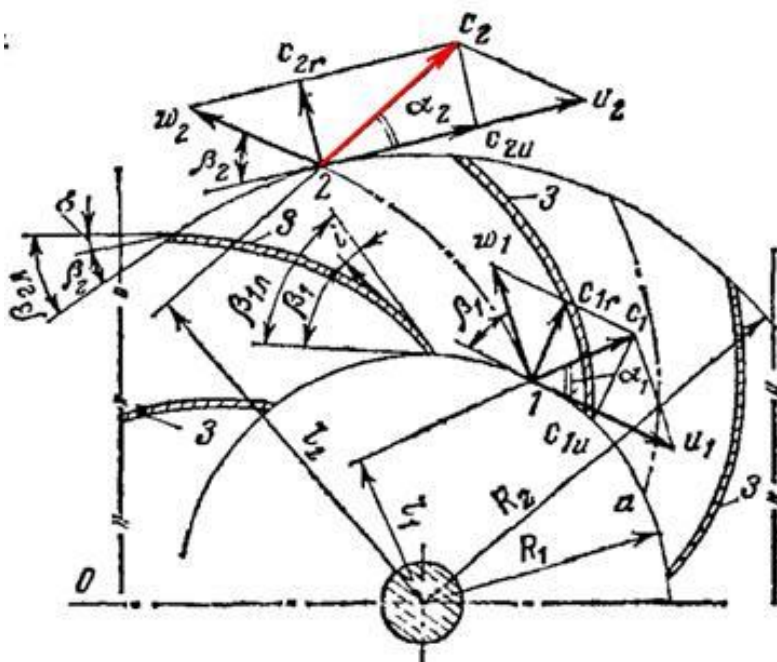


Варианты ответа

1. Окружная скорость при попадании на лопатку.
2. Относительная скорость при попадании на лопатку.
3. Абсолютная скорость при попадании на лопатку.
4. Абсолютная скорость при выходе с колеса.
5. Радиальная скорость при попадании на лопатку.

Вопрос 7:

Вектор какой скорости выделен красным цветом?



Варианты ответа:

1. Окружная скорость при выходе с колеса.
2. Относительная скорость при попадании на лопатку.
3. Абсолютная скорость при попадании на лопатку.

4. Радиальная скорость при выходе с колеса.
5. Абсолютная скорость при выходе с колеса.

2.2 Типовые задания для оценки навыкового образовательного результата

Проверяемый образовательный результат:

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Образовательный результат
ПК-8.3 Проектирует и рассчитывает различные передачи локомотивов	Обучающийся умеет: производить расчеты тягово-экономических характеристик проектируемой гидродинамической передачи <i>Задание 1 Расчет насосного колеса</i> Мощность (в кВт) насосного колеса гидротрансформатора определяется уравнением $N_H = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H_H}{102\eta_n}, = 800 \cdot 0.075 \cdot 88.6 / 102 \cdot 0.9 = 57.9 \text{ кВт}$ где Q - расход жидкости через насосное колесо, м³/с; H_H - действительный напор жидкости в насосном колесе, м; γ - удельный вес жидкости, кг/м³; η_n - КПД насосного колеса с учетом потерь в реакторе; η_n ≈ 0,9. Коэффициентом быстроходности колеса n_s называют частоту вращения эталонного колеса, геометрически подобного во всех элементах основному, с теми же гидравлическим и объемным коэффициентами полезного действия, но с напором H=1м и расходом жидкости Q=0,075 м³/с. Коэффициент быстроходности определяют по формуле, содержащей основные параметры колеса $n_s = 3,65n \frac{\sqrt{Q}}{H^{1/4}} = 3.65 \cdot 12.5 \frac{\sqrt{0.075}}{88.6^{1/4}} = 0.43$ С учетом вышеприведенных зависимостей определяют действительный напор жидкости (м) в насосном колесе: $H_H = \left(\frac{1360N_e \cdot n^2 \cdot \eta_n}{\gamma \cdot n_s^2} \right)^{0.4} = \left(\frac{1360 \cdot 600 \cdot 156.25 \cdot 0.9}{800 \cdot 1.94} \right)^{0.4} = 88.6 \text{ м}$ Коэффициент быстроходности для гидротрансформаторов определяется из зависимости $n_s = 16,25i^2 - 28,379i + 13,86 = 16.226 \cdot 0.7^2 - 28.379 \cdot 0.7 + 13.86 = 1.94$ $n_s = 16,25i^2 - 28,379i + 13,86 = 16.226 \cdot 0.7^2 - 28.379 \cdot 0.7 + 13.86 = 2.01$ $n_s = 16,25i^2 - 28,379i + 13,86 = 16.226 \cdot 0.6^2 - 28.379 \cdot 0.6 + 13.86 = 2.7$ $n_s = 16,25i^2 - 28,379i + 13,86 = 16.226 \cdot 0.5^2 - 28.379 \cdot 0.5 + 13.86 = 3.81$ $n_s = 16,25i^2 - 28,379i + 13,86 = 16.226 \cdot 0.4^2 - 28.379 \cdot 0.4 + 13.86 = 5.06$ $n_s = 16,25i^2 - 28,379i + 13,86 = 16.226 \cdot 0.3^2 - 28.379 \cdot 0.3 + 13.86 = 6.82$ $n_s = 16,25i^2 - 28,379i + 13,86 = 16.226 \cdot 0.2^2 - 28.379 \cdot 0.2 + 13.86 = 8.83$ $n_s = 16,25i^2 - 28,379i + 13,86 = 16.226 \cdot 0.1^2 - 28.379 \cdot 0.1 + 13.86 = 11.19$ <i>Задание 2 Расчет турбинного колеса</i> Частоту вращения турбинного колеса n_T на расчетном режиме определяют по частоте вращения насосного колеса n_H и передаточному числу ГП i:

$$n_T = \frac{n_H}{i} = 12.5/0.7 = 17.85$$

Окружная скорость на входе турбинного колеса равна, м/с:

$$U_{1T} = \pi \cdot D_{1T} \cdot n_T = 3.14 \cdot 0.744 \cdot 17.85 = 41.70 \text{ м/с}$$

Ширину канала на входе в турбинное колесо находят по формуле, м:

$$b_{1T} = \frac{Q}{\pi \cdot D_{1T} \cdot C_M} = 0.075 / (3.14 \cdot 0.744 \cdot 3.1) = 0.01 \text{ м}$$

Найдем угол наклона лопатки на входе в турбинное колесо β_{1T} , считая проекции абсолютных скоростей на окружные скорости C_{U2H} и меридиональные скорости C_{M2H} при выходе из насосного колеса и при входе в турбинное колесо C_{U1T} и C_{M1T} равными

$$\operatorname{tg} \beta_{1T} = \frac{C_M}{U_{1T} - \left(U_{2H} - \frac{C_M}{\operatorname{tg} \beta_{2H}} \right)} = \frac{3.1}{33.17 - \left(31.5 - \frac{3.1}{0.811} \right)} = 0.564$$

Используя выражения для определения моментов насосного и турбинного колес и пренебрегая утечками, которые по сравнению с расходом жидкости обычно малы, запишем уравнение для расчёта проекции абсолютной скорости на окружную скорость на выходе из турбинного колеса

$$C_{U2T} = \frac{R_{1T} \cdot C_{U1T} - \frac{1}{i} (R_{2H} \cdot C_{U2H} - R_{1H} \cdot C_{U1H})}{R_{2T}} =$$

$$\frac{0.447 \cdot 41.7 - \frac{1}{0.8} (0.5 \cdot 27.6 - 0.5 \cdot 0.142)}{0.6} = -1.02 \text{ м/с}$$

Часто величина C_{U2T} , определяемая из представленного уравнения, оказывается отрицательной. Это означает, что при построении треугольника скоростей значение C_{U2T} следует откладывать в сторону, обратную окружной скорости.

Окружная скорость на выходе из турбинного колеса равна, м/с:

$$U_{2T} = \pi \cdot D_{2T} \cdot n_T = 3.14 \cdot 0.59 \cdot 17.85 = 33.06 \text{ м/с}$$

Ширину канала на выходе из турбинного колеса находят по формуле, м:

$$b_{2T} = \frac{Q}{\pi \cdot D_{2T} \cdot C_M} = 0.075 / (3.14 \cdot 0.744 \cdot 3.1) = 0.01 \text{ м}$$

Угол наклона лопатки на выходе из турбинного колеса β_{2T} :

$$\operatorname{tg} \beta_{2T} = \frac{C_M}{U_{2T} - C_{U2T}} = 3.1 / (33.06 - (-1.02)) = 0.072$$

Задание 3 Изучение мощностных характеристик гидравлической передачи

Рассчитать мощность, передаваемую передачей, по зависимости используя расчетную схемы

$$N_{\text{пер.}} = Dp \times Q \times 10^{-3}, \text{ кВт},$$

где $Dp = p_H - p_B$ - перепад давления между всасывающим и напорным трубопроводами, МПа;

Q – расход рабочей жидкости, м³/с.

Передача в общем случае состоит из насоса 2 (рис. 1), приводимого в движение двигателем 1, и гидромотора 5, вращающего колеса 6. Насос и мотор соединены напорным 3 и всасывающим 4 трубопроводами, по которым циркулирует рабочая жидкость.

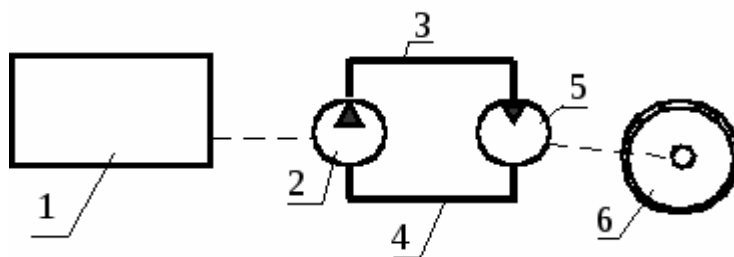


Рис. 1. Схема гидравлической передачи

ПК-8.3 Проектирует и рассчитывает различные передачи локомотивов

Обучающийся владеет: навыками проведения инженерных исследований, связанных с проектированием новых гидравлических передач для отечественного подвижного состава.

Примеры заданий

Задание 1 Определение скорости перехода и передаточных чисел механической части

Начнем расчет с гидроаппарата, который работает при максимальной скорости.

Работа на втором гидроаппарате. Общее передаточное число передачи от дизеля до колес, обеспечивающее максимальную скорость тепловоза при работе на втором гидроаппарате найдем по формуле:

$$u_2 = 0.188 \frac{D_k n_{Д\max}}{V_{\max}},$$

где $n_{Д\max} = 885 \text{ мин}^{-1}$,

$D_k = 1,05 \text{ м}$, $V_{\max} = 40 \text{ км/ч}$.

$u_2 = 4,37$.

Передаточное число механической части передачи

$$u_{\text{мех}2} = \frac{u_2}{u_{\text{пр}} u_{\text{га}2}^{\min}},$$

где $u_{\text{га}2}^{\min} = 1/i_{\text{га}2}^{\max}$, $i_{\text{га}2}^{\max}$ определяется по приведенной характеристике третьего гидроаппарата. Для гидротрансформатора $i_{\text{га}2}^{\max} = 0,85$.

$u_{\text{мех}2} = 7,43$.

Передаточное число механической ступени скорости в передаче тепловоза $u_{\text{см}2} = \frac{u_{\text{мех}2}}{u_{\text{рк}} u_{\text{пр}} u_{\text{ор}}}$,

$u_{\text{см}2} = 0,874$

$$V_{2-1} = 0.188 \frac{D_k n_{Д\min}}{u_{\text{пр}} u_{\text{мех}2} u_{\text{га}2}^{\max}}, V_{2-1} = 20,9 \text{ км/ч}$$

Работа на первом гидроаппарате. В тепловозе ТГМ6 применяются два гидроаппарата (гидротрансформатора) с одинаковыми характеристиками, тогда $u_{\text{мех}1} \neq u_{\text{мех}2}$.

$$u_1 = 0.188 \frac{D_k n_{Д\max}}{V_{2-1}}$$

$u_1 = 8,39$

Передаточное число механической части $u_{мех1} = \frac{u_1}{u_{пр} u_{га1}^{min}}$, $u_{мех1}=7,55$.

Передаточное число механической ступени, обеспечивающей скорость $0 \leq V_1 \leq V_{1-2}$:

$$u_{cm1} = \frac{u_{мех1}}{u_{рк} u_{пр} u_{ор}}, u_{cm1}=0,89.$$

Задание 2 Расчет тягово-экономических характеристик тепловоза

*Крутящий момент на колесах тепловоза, Н*м*

$$M_{ki} = M'_{дi} u_{пр} u_{гаi} u_{мехi} \eta_{гаi} \eta_{цi}^{z1} \eta_{кi}^{z2} \eta_{кпi},$$

где $M'_{дi}$ - момент дизеля с учетом затрат на вспомогательные нужды,

$\eta_{цi}^{z1}$ -КПД цилиндрических зубчатых колес

$\eta_{кi}^{z2}$ -КПД конических зубчатых колес

$\eta_{кпi}$ -КПД карданной передачи

Касательная сила тяги, Н

$$F_{ki} = 2M_{ki}/D_k = A M'_{дi} u_{гаi} \eta_{гаi} u_{мехi},$$

где $A = 2u_{пр} \eta_{цi}^{z1} \eta_{кi}^{z2} \eta_{кпi} / D_k$ постоянная величина

Скорость движения, км/ч

$$V_i = 0,188 \frac{D_k n_{дi}}{u_{прi} u_{мехi} u_{гаi}^{max}},$$

Касательная мощность, кВт

$$P_{ki} = \frac{F_{ki} V_i}{3600},$$

Мощность дизеля, кВт

$$P_{дi} = \frac{1}{\beta} \frac{M_{дi} n_{дi}}{9600}$$

КПД передачи

$$\eta_{mi} = \eta_{гаi} \eta_{цi}^{z1} \eta_{кi}^{z2} \eta_{кпi} \eta_{сi}$$

Часовой расход топлива, кг/ч

$$G_{ei} = P_{дi} g_e,$$

где g_e - удельный расход топлива на единицу мощности дизеля, берется для каждого гидроаппарата в зависимости от пд по размерному графику расхода топлива.

КПД тепловоза

$$\eta_{mi} = \frac{3600 P_{ki}}{G_e Q_H} = 0,0847 \frac{P_{ki}}{G_{ei}},$$

2.3. Перечень вопросов для подготовки обучающихся к промежуточной аттестации

Вопросы к зачету

ПК-8.3 Проектирует и рассчитывает различные передачи локомотивов

- 1 Устройство и принцип действия гидродинамической передачи мощности.
- 2 Устройство и принцип действия гидростатической передачи мощности.
- 3 Требования предъявляемые к передаче мощности.
- 4 Рабочие жидкости гидродинамических передач мощности.
- 5 Устройство и принцип действия гидромуфты. Основные уравнения. Универсальная и тяговая характеристики гидромуфты.
- 6 Устройство и принцип действия гидротрансформатора. Основные уравнения. Классификация гидротрансформаторов.
- 7 Комплексный гидротрансформатор. Назначение, устройство и принцип действия.
- 8 Механизмы свободного хода комплексных гидротрансформаторов. Устройство и принцип действия роликового и сухарикового механизмов свободного хода.
- 9 Гидродинамические передачи мощности. Основные определения и классификация.
- 10 Одно и двухциркуляционные гидродинамические передачи мощности. Схемы и тяговые характеристики.
- 11 Трехциркуляционные гидродинамические передачи мощности. Возможные схемы и их тяговые характеристики.
- 12 Классификация гидромеханических передач мощности. Схемы гидромеханических передач с одним гидротрансформатором.
- 13 Устройство и принцип действия гидромеханической передачи с двумя гидротрансформаторами.
- 14 Однопоточная гидромеханическая передача.
- 15 Краткая техническая характеристика, устройство и принцип действия (по кинематической схеме) универсальной гидропередачи УГП750-1200.
- 16 Устройство и действие главного вала УГП750-1200.
- 17 Устройство и действие вторичного вала УГП750-1200.
- 18 Устройство и принцип действия вала реверса УГП750-1200.
- 19 Системы автоматического регулирования гидропередач. Основные определения. Достоинства и недостатки различных систем.
- 20 Гидравлическая САР. Устройство и принцип действия.
- 21 Электрогидравлическая САР. Устройство и принцип действия.
- 22 Система автоматического управления УГП750-1200. Устройство и принцип действия.
- 23 Размещение элементов на тягового привода локомотивов с гидропередачами.
- 24 Карданные валы.
- 25 Осевые редуктора. Построение универсальной характеристики гидротрансформатора.
- 26 Построение универсальной характеристики гидромуфты.
- 27 История развития гидравлических передач.
- 28.Необходимость тяговой передачи и её назначение.
29. Типы тяговых передач.
30. Классификация и типы гидравлических и гидромеханических передач локомотивов. Назначение и особенности применения.
- 31.Гидродинамические и гидростатические передачи мощности и сфера их применения на тепловозах.
- 32.Общее устройство, принцип работы и характеристики тепловозных гидротрансформаторов.
- 33.Общее устройство, принцип работы и характеристики тепловозных гидромуфт.
- 34.Гидропривод вспомогательного оборудования тепловозов, основные схемы, особенности конструкции.
- 35.Рабочие жидкости, применяемые в гидравлических передачах, их характеристики и теплофизические свойства. Требования к чистоте полостей аппаратов и рабочих жидкостей. Методы и средства контроля и обеспечения чистоты жидкости.
- 36.Загрязнения в машинах и их виды. Требования к чистоте рабочей жидкости
- 37.Перспективные направления развития гидропередач локомотивов.

38. Гранулометрический анализ.

39. Основные закономерности очистки жидкости.

40. Основы теории лопаточных гидромашин. Уравнение Эйлера.

41. Расчёт проектируемой гидромашинной методом подобия.

42. Уравнение баланса энергии гидромашин.

43. Виды потерь в отдельных элементах и в круге циркуляции гидромашин. Методы их определения.

44. Методика расчёта вновь проектируемого гидротрансформатора.

45. Совместная работа дизеля и гидротрансформатора или гидромукты.

46. Выбор количества и типов гидроаппаратов для проектной передачи тепловоза.

47. Методика расчёта тягово-экономических характеристик локомотива с гидротрансформацией.

3. Методические материалы, определяющие процедуру и критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации

Критерии формирования оценок по ответам на вопросы, выполнению тестовых заданий

- оценка **«отлично»** выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов на вопросы составляет 100 – 90 % от общего объёма заданных вопросов;

- оценка **«хорошо»** выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов на вопросы – 89 – 76 % от общего объёма заданных вопросов;

- оценка **«удовлетворительно»** выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов на тестовые вопросы – 75–60 % от общего объёма заданных вопросов;

- оценка **«неудовлетворительно»** выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов – менее 60 % от общего объёма заданных вопросов.

Критерии формирования оценок по результатам выполнения заданий/РГР

«Отлично/зачтено» – ставится за работу, выполненную полностью без ошибок и недочетов.

«Хорошо/зачтено» – ставится за работу, выполненную полностью, но при наличии в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов.

«Удовлетворительно/зачтено» – ставится за работу, если обучающийся правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой ошибки и двух недочетов.

«Неудовлетворительно/не зачтено» – ставится за работу, если число ошибок и недочетов превысило норму для оценки «удовлетворительно» или правильно выполнено менее 2/3 всей работы.

Виды ошибок:

- *грубые ошибки: незнание основных понятий, правил, норм; незнание приемов решения задач; ошибки, показывающие неправильное понимание условия предложенного задания.*

- *негрубые ошибки: неточности формулировок, определений; нерациональный выбор хода решения.*

- *недочеты: нерациональные приемы выполнения задания; отдельные погрешности в формулировке выводов; небрежное выполнение задания.*

Критерии формирования оценок по зачету

«Зачтено» - студент демонстрирует знание основных разделов программы изучаемого курса, его базовых понятий и фундаментальных проблем; приобрел необходимые умения и навыки, не допустил фактических ошибок при ответе, последовательно и логично излагает теоретический материал, допуская лишь незначительные нарушения последовательности изложения и некоторые неточности.

«Не зачтено» - студент демонстрирует фрагментарные знания основных разделов программы изучаемого курса, его базовых понятий и фундаментальных проблем; слабо выражена способность к самостоятельному аналитическому мышлению, имеются затруднения в изложении материала, отсутствуют необходимые умения и навыки, допущены грубые ошибки и незнание терминологии.