

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Гаранин Максим Алексеевич  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 24.10.2025 15:08:23  
Уникальный программный ключ:  
7708e3a47e66a8ee02711b298d7c78bd1e40bf88

Приложение  
к рабочей программе дисциплины

## **ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

### **ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

#### **Математическое моделирование систем и процессов**

*(наименование дисциплины(модуля))*

Специальность

#### **23.05.04 Эксплуатация железных дорог**

*(код и наименование)*

Специализация

#### **Магистральный транспорт**

*(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 – 5 семестр, экзамен, расчетно-графическая работа – 6 семестр ОФО. Зачет, экзамен, расчетно-графическая работа 4 курс ЗФО.

### Перечень компетенций, формируемых в процессе освоения дисциплины

Код и наименование компетенции	Код индикатора достижения компетенции
ОПК-1. Способностью применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.	ОПК-1.4: Применяет методы математического анализа и моделирования для решения прикладных задач в профессиональной деятельности.
ОПК-10: Способен формулировать и решать научно-технические задачи в области своей профессиональной деятельности	ОПК-10.1: Разрабатывает модели для решения задач в научных и инженерных исследованиях.

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

Код и наименование компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные материалы
ОПК-1.4: Применяет методы математического анализа и моделирования для решения прикладных задач в профессиональной деятельности.	Обучающийся знает: Принципы математического анализа и моделирования.	Вопросы (1 – 7)
	Обучающийся умеет: Использовать физико-математический аппарат для разработки простых математических моделей явлений, процессов и объектов при заданных допущениях и ограничениях. Использовать математические методы для описания и анализа технических систем и устройств, а также для решения инженерных задач в профессиональной деятельности.	Вопросы (1 – 11)
	Обучающийся владеет: Навыками проведения обзора, описания и анализа математических процессов в системах, методами и средствами обеспечения эксплуатационной работы железнодорожного транспорта.	Задания (1-2)
ОПК-10.1: Разрабатывает модели для решения задач в научных и инженерных исследованиях.	Обучающийся знает: Принципы математического анализа и моделирования.	Вопросы (1 – 7)
	Обучающийся умеет: Использовать физико-математический аппарат для разработки простых математических моделей явлений, процессов и объектов при заданных допущениях и ограничениях. Использовать математические методы для описания и анализа технических систем и устройств, а также для решения инженерных задач в профессиональной деятельности.	Задания (1 3)
	Обучающийся владеет: Навыками проведения обзора, описания и анализа математических процессов в системах, методами и средствами обеспечения эксплуатационной работы железнодорожного транспорта.	Задания (1-2)

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

- 1) ответ на билет, состоящий из теоретических вопросов и практических заданий;
- 2) выполнение заданий в ЭИОС университета.

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

1) собеседование;

2) выполнение заданий в ЭИОС университета.

## 2. Типовые<sup>1</sup> 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 компетенции	Образовательный результат
ОПК-1.4: Применяет методы математического анализа и моделирования для решения прикладных задач в профессиональной деятельности	Обучающийся знает: Принципы математического анализа и моделирования.
<i>Примеры вопросов/заданий</i> Вопрос 1. Понятие о моделях и моделировании. Цели научных и инженерных исследований, место моделирования в них. Понятия оригинала и модели? Вопрос 2. Процесс моделирования и необходимая последовательность этапов этого процесса? Вопрос 3. Понятие о математических методах оптимизации. Общая формулировка задач оптимизации? Вопрос 4. Математическое программирование, его разновидности. Постановка задачи линейного программирования и исследование ее структуры? Вопрос 5. Какие вы знаете элементы системы массового обслуживания? Вопрос 6. Имитационное моделирование. Сущность и значение статистического имитационного моделирования. Вопрос 7. Что такое оптимальное распределение ресурсов?	

### 2.2 Типовые задания для оценки навыкового образовательного результата

Проверяемый образовательный результат:

Код и наименование компетенции	Образовательный результат
ОПК-1.4: Применяет методы математического анализа и моделирования для решения прикладных задач в профессиональной деятельности	Обучающийся умеет: Использовать физико-математический аппарат для разработки простых математических моделей явлений, процессов и объектов при заданных допущениях и ограничениях. Использовать математические методы для описания и анализа технических систем и устройств, а также для решения инженерных задач в профессиональной деятельности.
<i>Примеры заданий</i> <b>Задача №1</b> Составить математическую модель задачи линейного программирования. На полигоне АБ находится 6 зонных станций. Необходимо составить такой план формирования электричек, при котором себестоимость перевозок будет минимальна. Ограничения:	

<sup>1</sup> 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.

- фактический пробег не должен быть больше максимально допустимого.
- число электричек, формируемое на  $i$  зонную станцию, не должно быть меньше минимально необходимого (все пассажиры должны быть перевезены).

### Задача №2

Решить задачу линейного программирования графическим методом.

Целевая функция имеет вид

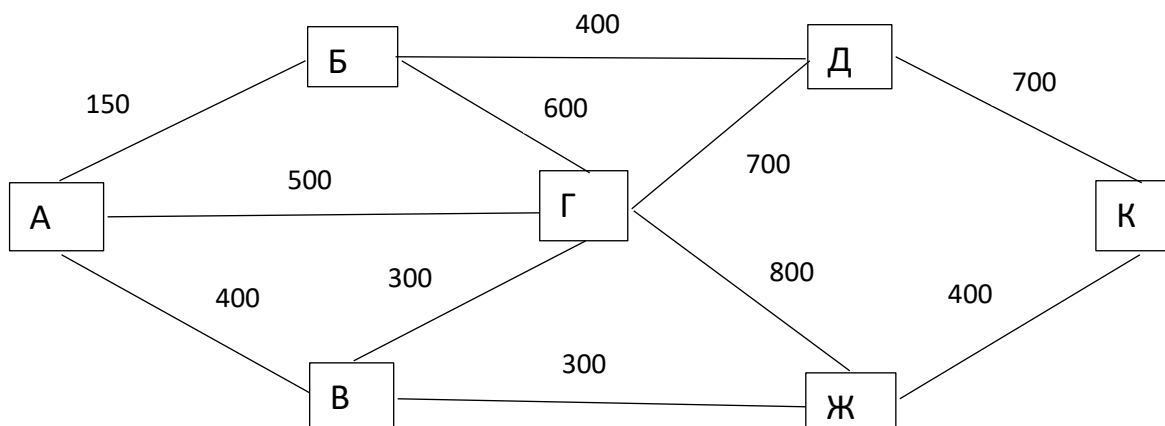
$$F = 15x_1 + 13x_2 \rightarrow \max$$

При ограничениях:

$$\begin{cases} 2x_1 + 4x_2 \leq 20 \\ 4x_1 + 2x_2 \leq 18 \\ x_2 \leq 7 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0. \end{cases}$$

### Задача №3

Найти кратчайшее расстояние от станции отправления вагона **А** до станции назначения **К** на полигоне железной дороги.



ОПК-1.4: Применяет методы математического анализа и моделирования для решения прикладных задач в профессиональной деятельности

Обучающийся владеет: Навыками проведения обзора, описания и анализа математических процессов в системах, методами и средствами обеспечения эксплуатационной работы железнодорожного транспорта.

Примеры заданий

### **Задача №1**

**Определить экономическую эффективность увеличения числа маневровых локомотивов, работающих в хвосте сортировочного парка, при следующих исходных данных:**

- число составов своего формирования  $N_{\text{ф}} = 30$  составов;
- число вагонов в составе  $m_{\text{ф}} = 60$  вагонов;
- число маневровых локомотивов  $N_{\text{мл}} = 1$ ;
- среднее время занятия маневрового локомотива формированием состава, его выставкой в парк отправления и возвращением, приходящимся на один сформированный состав  $t_{\text{зан мл}} = 20$  мин.

В расчетах принять, что капитальные затраты на приобретение локомотива равны нулю, т.е. на станции имеется резервный локомотив. Также принять, что ввод дополнительного локомотива уменьшает простой вагонов только в ожидании формирования состава (тож мл).

### **Задача №2**

**Проверить экономическую целесообразность ввода дополнительной группы вагонников в бригаду ПТО, осматривающей составы поездов своего формирования и транзитных поездов в парке отправления:**

- число составов своего формирования  $N_{\text{ф}} = 20$  поездов;
- число транзитных поездов, прибывающих за сутки  $N_{\text{тр}} = 10$  поездов;
- среднее число вагонов в составе своего формирования  $M = 71$  вагон;
- число бригад ПТО в парке отправления бригады;  $N_{\text{бр по}} = 2$
- число групп в бригаде группы;  $N_{\text{бр по}} = 3$
- время технического осмотра одного состава  $t_{\text{осм по}} = 50$  мин;
- коэффициент загрузки поездного локомотива  $\Psi_{\text{пл}} = 0,7$ ;
- коэффициент вариации интервалов входящего в парк отправления потока составов  $V_{\text{вх по}} = 1$ ;
- коэффициент вариации продолжительности технического осмотра составов  $V_{\text{осм по}} = 0,4$ ;
- коэффициент вариации интервалов подачи поездных локомотивов под состав  $V_{\text{пл}} = 0,5$ ;
- стоимость в-ч 10 руб.;
- среднемесячная заработная плата одной группы вагонников 45 000 руб.

ОПК-10.1: Разрабатывает модели для решения задач в научных и инженерных исследованиях.	Обучающийся знает: Принципы математического анализа и моделирования.
<p><i>Примеры вопросов/заданий</i></p> <p>Вопрос 1. Алгоритм решение задач линейного программирования графическим методом?</p> <p>Вопрос 2. Алгоритм симплексного метода. Симплексные таблицы.</p> <p>Вопрос 3. Экономическая и математическая формулировка транспортной задачи.</p> <p>Вопрос 4. Нахождение исходного опорного плана транспортной задачи.</p> <p>Вопрос 5. Метод потенциалов определения оптимального опорного плана.</p> <p>Вопрос 6. Теория массового обслуживания. Виды систем массового обслуживания (СМО).</p> <p>Вопрос 7. Что такое математическая модель работы железнодорожной станции?</p> <p>Вопрос 8. Какие показатели работы станции можно определить с помощью математической модели работы станции?</p>	
ОПК-10.1: Разрабатывает модели для решения задач в научных и инженерных исследованиях.	Обучающийся умеет: Использовать физико-математический аппарат для разработки простых математических моделей явлений, процессов и объектов при заданных допущениях и ограничениях. Использовать математические методы для описания и анализа технических систем и устройств, а также для решения инженерных задач в профессиональной деятельности.
<p><b>Задача №1</b></p> <p><b>Определить простой состава в ожидании технического осмотра в парке отправления сортировочной станции при следующих исходных данных:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- число транзитных поездов за сутки поездов; <span style="float: right;"><math>N_{тр} = 10</math></span></li> <li>- число составов своего формирования составов; <span style="float: right;"><math>N_{ф} = 20</math></span></li> <li>- среднее время технического осмотра и ремонта одного вагона <span style="float: right;"><math>\tau = 2,5</math> мин;</span></li> <li>- число вагонов в составе <span style="float: right;"><math>m = 65</math> ваг;</span></li> <li>- число бригад вагонников бригады; <span style="float: right;"><math>N_{бр} = 2</math></span></li> <li>- число групп в бригаде группы. <span style="float: right;"><math>N_{гр} = 2</math></span></li> </ul> <p><b>Примечание:</b> коэффициенты вариации взять из лекционного материала.</p> <p><b>Кейс-задание 2</b></p> <p><b>На аналитической модели парка приема сортировочной станции выбрать оптимальный по экономическому критерию вариант технического осмотра составов в парке приема сортировочной станции.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- число разборок, прибывающих за сутки <span style="float: right;"><math>N_{рф} = 30</math> поездов;</span></li> <li>- число вагонов в составе <span style="float: right;"><math>M_{рф} = 71</math> вагон;</span></li> <li>- число бригад ПТО в парке приема <span style="float: right;"><math>N_{бр} = 1</math> бригада;</span></li> </ul>	



- число групп в бригаде	$N_{гр} = 3$ группы;
- продолжительность технического осмотра состава	$t_{осм} = 30$ мин;
- горочный технологический интервал	$t_{г} = 25$ мин;
- продолжительность занятия горки прочими операциями	$\Sigma T_{пост г} = 60$
мин;	
- коэффициент вариации интервалов входящего в парк приема потока поездов	$V_{вх пп} = 0,7$ ;
- коэффициент вариации продолжительности осмотра	$V_{осм} = 0,3$ ;
- коэффициент вариации продолжительности расформирования состава	$V_{г} = 0,5$ ;
- стоимость вагоно-часа	$E_{в-ч} = 10$ ;
- среднемесячная заработная плата одной группы вагонников	$E_{бр} = 40\ 000$ руб.

1 По результатам расчетов построить графики изменения затрат, связанных с простоем вагонов в парке приема ( $E_{п}$  пп) от числа групп в бригаде, затрат, связанных с оплатой труда бригадам ПТО ( $E_{бр}$  пп), а также суммарных затрат ( $\Sigma E$ ).

2 По графикам изменения затрат выбрать оптимальный вариант технологии технического осмотра составов в парке приема. Определить экономию затрат по оптимальному варианту.

### **Кейс-задание 3**

#### **На аналитической модели системы расформирования**

**Оценить экономическую целесообразность ввода дополнительного горочного локомотива на горку (ввод локомотива осуществляется без капитальных вложений).**

- число разборок, прибывающих за сутки	$N_{рф} = 30$ поездов;
- число составов своего формирования	$N_{ф} = 30$ составов;
- число составов своего формирования, формируемых на горке	$N_{ф г} = 0$ ;
- число составов своего формирования, подформирование которых выполняется с двух сторон	$N_{ф2} = 0$ ;
- среднее число вагонов в разборке и составе св. форм.	$M_{рф} = 71$ вагон; $M_{ф} = 71$ вагон;
- суммарное за сутки время занятия горки и вытяжки формированием составов	$\Sigma T_{ф г} = 0$ мин; $\Sigma T_{ф вф} = 420$
мин;	
- горочный технологический интервал	$t_{г} = 24$ мин;
- время перестановки состава в сортировочный парк	

и время возвращения маневрового локомотива	$t_{\text{выст}} = 10$ мин
- технологические перерывы в работе горки	$t_{\text{возвр мл}} = 3$ мин;
мин	$\Sigma T_{\text{пост г}} = 120$
- занятие маневровых локомотивов, работающих в хвосте сортировочного парка, прочими операциями	$T_{\text{пост мл}} = 60$
мин	
- число маневровых локомотивов, работающих в хвосте сортировочного парка	$N_{\text{мл}} = 1$
локомотив;	
- число локомотивов, работающих на горке	$N_{\text{гл}} = 2$
локомотива;	
- коэффициент вариации интервалов входящего на горку потока составов	$V_{\text{вх г}} = 0,8;$
- коэффициент вариации интервалов накопления составов в сортировочном парке	$V_{\text{вых сп}} = 0,5;$
- коэффициент вариации расформирования составов	$V_{\text{г}} = 0,5;$
- коэффициент вариации времени занятия маневрового локомотива, работающего в хвосте сортировочного парка	$V_{\text{зан мл}} = 0,4;$
- стоимость в-ч	10 руб.
- стоимость локомотиво-часа	630 руб.

**Примечание:** значения коэффициентов вариации взять из лекционного материала.

1 Обратить внимание, как изменились показатели после ввода мероприятия. Сделайте вывод об экономической эффективности ввода дополнительного локомотива на горку. Определить экономию затрат, если предлагаемое мероприятие является экономически целесообразным.

ОПК-10.1: Разрабатывает модели для решения задач в научных и инженерных исследованиях.	Обучающийся владеет: Навыками проведения обзора, описания и анализа математических процессов в системах, методами и средствами обеспечения эксплуатационной работы железнодорожного транспорта.
--	---

### **Задача №1**

**Определить числовые характеристики совокупности продолжительностей технического осмотра составов в парке приема.**

Цель работы: в ходе выполнения работы студент должен:

- 1) выполнить обработку заданной совокупности случайных чисел вручную;
- 2) выполнить обработку заданной совокупности случайных чисел с применением ЭВМ.

22	25	40	24
49	29	38	52
52	29	44	51

33	42	27	39
62	32	28	45
40	45	32	40
49	53	44	36
50	61	54	47
38	37	43	34
25	47	44	55

### Задача №2

**Построить математическую модель парка приема сортировочной станции и изучить влияние загрузки бригад вагонников, осматривающих составы разборочных поездов в парке приема, на простой состава в ожидании технического осмотра (т.е. построить график  $t_{ож бр} = f(\Psi_{бр})$ ). Определить критическую загрузку бригад ПТО, начиная с которой простой составов в ожидании осмотра начинает резко возрастать. Сделать вывод о загрузке бригад вагонников, которую целесообразно иметь на станции.**

Исходные данные:

- коэффициент вариации входящего на станцию потока разборочных поездов  $V_{вх} = 0.8;$
- число поездов, прибывающих в разборку поездов  $N_{рф} = 20;$
- среднее время технического осмотра состава в парке приема  $t_{осм пп} = 30 \text{ мин.}$
- число бригад технических осмотрщиков  $N_{бр} = 1 \text{ бригада.}$

Загрузку бригад изменять потоком так, чтобы максимальное ее значение не превышало 0.95–0.99. Шаг изменения потока принять равным 5 поездам.

### Задача №3

**Математически описать работу системы формирования и определить экономическую эффективность консервации одного вытяжного пути в хвосте сортировочного парка в связи с консервацией двух пучков путей в сортировочном парке при следующих исходных данных:**

- число составов своего формирования  $N_{ф} = 30 \text{ составов;}$
- число вагонов в составе своего формирования вагонов;  $m_{ф} = 60$
- существующее число вытяжных путей  $N_{вф} = 2 \text{ вытяжки;}$
- среднее время занятия вытяжки при формировании и перестановке состава в парк отправления, приходящееся на один сформированный состав  $t_{зан вф} = 20 \text{ мин.}$

Принять, что при консервации вытяжного пути изменяется простой только в ожидании свободности вытяжного пути ( $t_{ож вф}$ ).

### 2.3. Перечень вопросов для подготовки обучающихся к промежуточной аттестации

1. Понятие о моделях и моделировании. Цели научных и инженерных исследований, место моделирования в них. Понятия оригинала и модели.
2. Процесс моделирования и необходимая последовательность этапов этого процесса. Понятие адекватности модели. Вычислительный эксперимент. Понятие о планировании вычислительного эксперимента.
3. Понятие о математических методах оптимизации. Общая формулировка задач оптимизации. Уравнения связей, фазовые координаты, управления, критерий оптимальности (целевая функция). Типы задач оптимизации.
4. Математическое программирование, его разновидности. Постановка задачи линейного программирования и исследование ее структуры.
5. Решение задач линейного программирования графическим методом.
6. Алгоритм симплексного метода. Симплексные таблицы. Экономическая и геометрическая интерпретации элементов симплексной таблицы.
7. Алгоритм построения опорных планов. Алгоритм нахождения оптимального плана.
8. Причины, вызывающие необходимость проведения мероприятий по совершенствованию работы станции?
9. Какие мероприятия по совершенствованию работы станции относятся к техническим и технологическим при росте и спаде поездопотока, поступающего на станцию?
10. С какой целью проводятся мероприятия по совершенствованию работы станции при росте поездопотока и спаде?
11. Понятие технико-экономических расчетов.
12. По какому критерию оцениваются мероприятия, проводимые на станции, в современных условиях?
13. Понятие приведенных затрат.
14. Последовательность выполнения технико-экономических расчетов по оценке мероприятий, проводимых на станции.

### 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 объема заданных вопросов;
- оценка **«хорошо»** выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов на вопросы – 89 – 76 % от общего объема заданных вопросов;
- оценка **«удовлетворительно»** выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов на тестовые вопросы – 75–60 % от общего объема заданных вопросов;
- оценка **«неудовлетворительно»** выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов – менее 60 % от общего объема заданных вопросов.

#### Критерии формирования оценок по результатам выполнения заданий

**«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 с оценкой

**«Отлично/зачтено»** – студент приобрел необходимые умения и навыки, продемонстрировал навык практического применения полученных знаний, не допустил логических и фактических ошибок

**«Хорошо/зачтено»** – студент приобрел необходимые умения и навыки, продемонстрировал навык практического применения полученных знаний; допустил незначительные ошибки и неточности.

**«Удовлетворительно/зачтено»** – студент допустил существенные ошибки.

**«Неудовлетворительно/не зачтено»** – студент демонстрирует фрагментарные знания изучаемого курса; отсутствуют необходимые умения и навыки, допущены грубые ошибки.

#### Критерии формирования оценок по зачету

**«Зачтено»** - обучающийся демонстрирует знание основных разделов программы изучаемого курса: его базовых понятий и фундаментальных проблем; приобрел необходимые умения и навыки, освоил вопросы практического применения полученных знаний, не допустил фактических ошибок при ответе, достаточно последовательно и логично излагает теоретический материал, допуская лишь незначительные нарушения последовательности изложения и некоторые неточности.

**«Не зачтено»** - выставляется в том случае, когда обучающийся демонстрирует фрагментарные знания основных разделов программы изучаемого курса: его базовых понятий и фундаментальных проблем. У экзаменуемого слабо выражена способность к самостоятельному аналитическому мышлению, имеются затруднения в изложении материала, отсутствуют необходимые умения и навыки, допущены грубые ошибки и незнание терминологии, отказ отвечать на дополнительные вопросы, знание которых необходимо для получения положительной оценки.

**«Зачтено»** – ставится за работу, выполненную полностью без ошибок и недочетов в соответствии с заданием, выданным для выполнения лабораторной работы.

**«Не зачтено»** - ставится за работу, если обучающийся правильно выполнил менее 2/3 всей работы, использовал при выполнении работы не свой вариант.