



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Технической эксплуатации транспортных средств

УТВЕРЖДАЮ

Начальник учебно-методического управления

С.В. Михайлов

«29» июня 2021 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Теория массового обслуживания на автомобильном транспорте

направление подготовки/специальность 23.04.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

направленность (профиль)/специализация образовательной программы Управление технической эксплуатацией автотранспортных средств

Форма обучения очная

Санкт-Петербург, 2021

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целью изучения дисциплины является формирование у обучающихся прикладных знаний в области применения теории массового обслуживания для решения задач в области технической эксплуатации транспортных средств.

Задачами дисциплины являются:

- ознакомление с основными положениями теории массового обслуживания и ее математическим аппаратом;
- получение знаний об описании работы систем массового обслуживания различных типов;
- формирование навыков решения прикладных задач в области технической эксплуатации транспортных средств с применением аппарата теории массового обслуживания;
- формирование навыков работы в программном обеспечении для имитационного моделирования.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

| Код и наименование компетенции  | Код и наименование индикатора достижения компетенции   | Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения ОПОП  |
|---|--|---|
| ПК-2 Способен управлять деятельностью организации по техническому обслуживанию и ремонту транспортных средств | ПК-2.3 Проводит расчет необходимых ресурсов для обеспечения деятельности по техническому обслуживанию и ремонту транспортных средств | <b>знает</b><br>Варианты описания процессов, сопровождающих деятельность по техническому обслуживанию и ремонту транспортных средств, с помощью аппарата теории массового обслуживания<br><b>умеет</b><br>Решать прикладные задачи, связанные с обоснованием необходимых ресурсов для обеспечения деятельности по техническому обслуживанию и ремонту транспортных средств, с использованием аппарата теории массового обслуживания<br><b>владеет навыками</b><br>Навыками работы в программном обеспечении для имитационного моделирования |

## 3. Указание места дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина (модуль) включена в Блок «Дисциплины, модули» Б1.В.ДВ.01.02 основной профессиональной образовательной программы 23.04.03 Эксплуатация транспортно- технологических машин и комплексов и относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана.

| № п/п | Предшествующие дисциплины   | Код и наименование индикатора достижения компетенции |
|-------|---|--|
| 1     | Теоретические основы технической эксплуатации транспортных средств                        | ОПК-1.2, ОПК-1.3, ПК-1.5                             |
| 2     | Современные проблемы и направления развития технической эксплуатации транспортных средств | ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.5                   |

Обучающиеся, приступающие к изучению дисциплины, должны знать варианты организации выполнения технического обслуживания и ремонта на автопредприятиях различных типов; уметь обосновывать нормативы технической эксплуатации транспортных средств; владеть навыками расчетного обоснования параметров производственно-технологической инфраструктуры для выполнения операций по ТО и Р автотранспортных средств.

| № п/п | Последующие дисциплины | Код и наименование индикатора достижения компетенции |
|-------|------------------------|--|
|-------|------------------------|--|

|   |  |   |
|---|--|---|
| 1 | Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы | УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4,<br>УК-1.5, УК-1.6, УК-2.1, УК-2.2,<br>УК-2.3, УК-2.4, УК-2.5, УК-3.1,<br>УК-3.2, УК-3.3, УК-3.4, УК-4.1,<br>УК-4.2, УК-4.3, УК-4.4, УК-5.1,<br>УК-5.2, УК-5.3, УК-6.1, УК-6.2,<br>УК-6.3, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-<br>1.3, ОПК-1.4, ОПК-1.5, ОПК-2.1,<br>ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-2.4, ОПК-<br>3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.4,<br>ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3, ОПК-<br>4.4, ОПК-4.5, ОПК-4.6, ОПК-4.7,<br>ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-<br>5.4, ОПК-5.5, ОПК-6.1, ОПК-6.2,<br>ОПК-6.3, ОПК-6.4, ПК-1.1, ПК-1.2,<br>ПК-1.3, ПК-1.4, ПК-1.5, ПК-1.6,<br>ПК-1.7, ПК-1.8, ПК-1.9, ПК-2.1,<br>ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4, ПК-2.5,<br>ПК-2.6, ПК-2.7, ПК-3.1, ПК-3.2,<br>ПК-3.3, ПК-3.4, ПК-3.5, ПК-4.1,<br>ПК-4.2, ПК-4.3, ПК-4.4, ПК-4.5,<br>ПК-4.6, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК<br>(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.5 |
|---|--|---|

**4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

| Вид учебной работы  | Всего часов | Из них часы на практическую подготовку | Семестр |
|---|-------------|--|---------|
|   |             |  | 3       |
| <b>Контактная работа</b>  | 64          |  | 64      |
| Лекционные занятия (Лек)  | 32          | 0                                      | 32      |
| Практические занятия (Пр)   | 32          | 0                                      | 32      |
| <b>Иная контактная работа, в том числе:</b>   | 0,5         |  | 0,5     |
| консультации по курсовой работе (проекту), контрольным работам (РГР)  | 1           |  | 1       |
| контактная работа на аттестацию (сдача зачета, зачета с оценкой; защита курсовой работы (проекта); сдача контрольных работ (РГР)) | 0,25        |  | 0,25    |
| контактная работа на аттестацию в сессию (консультация перед экзаменом и сдача экзамена)  | 0,25        |  | 0,25    |
| <b>Часы на контроль</b>   | 8,75        |  | 8,75    |
| <b>Самостоятельная работа (СР)</b>  | 105,75      |  | 105,75  |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины (модуля)</b>   |             |  |         |
| <b>часы:</b>  | 180         |  | 180     |
| <b>зачетные единицы:</b>  | 5           |  | 5       |

**5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по разделам (темам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

5.1. Тематический план дисциплины (модуля)

| №    | Разделы дисциплины  | Семестр | Контактная работа (по учебным занятиям), час. |                                   |       |                                   |       |                                   | СР    | Всего, час. | Код индикатора достижения компетенции |
|------|---|---------|---|-----------------------------------|-------|-----------------------------------|-------|-----------------------------------|-------|-------------|---------------------------------------|
|      |   |         | лекции  |                                   | ПЗ    |                                   | ЛР    |                                   |       |             |                                       |
|      |   |         | всего   | из них на практическую подготовку | всего | из них на практическую подготовку | всего | из них на практическую подготовку |       |             |                                       |
| 1.   | 1 раздел. Основные положения теории массового обслуживания  |         |   |                                   |       |                                   |       |                                   |       |             |                                       |
| 1.1. | Теория массового обслуживания - задачи и основные понятия   | 3       | 2   |                                   |       |                                   |       | 7                                 | 9     | ПК-2.3      |                                       |
| 1.2. | Базовые уравнения теории массового обслуживания   | 3       | 2   |                                   |       |                                   |       | 8,75                              | 10,75 | ПК-2.3      |                                       |
| 2.   | 2 раздел. Типы систем массового обслуживания и их описание  |         |   |                                   |       |                                   |       |                                   |       |             |                                       |
| 2.1. | Системы массового обслуживания с отказом и смежные с ними   | 3       | 4   |                                   | 2     |                                   |       | 9                                 | 15    | ПК-2.3      |                                       |
| 2.2. | Системы массового обслуживания с ожиданием  | 3       | 4   |                                   | 2     |                                   |       | 9                                 | 15    | ПК-2.3      |                                       |
| 2.3. | Системы массового обслуживания с ограниченной очередью  | 3       | 4   |                                   | 2     |                                   |       | 9                                 | 15    | ПК-2.3      |                                       |
| 2.4. | Замкнутые (циклические) системы массового обслуживания  | 3       | 4   |                                   | 2     |                                   |       | 9                                 | 15    | ПК-2.3      |                                       |
| 3.   | 3 раздел. Прикладные задачи теории массового обслуживания в области технической эксплуатации автотранспортных средств |         |   |                                   |       |                                   |       |                                   |       |             |                                       |
| 3.1. | Имитационное моделирование и его реализация   | 3       | 2   |                                   | 14    |                                   |       | 9                                 | 25    | ПК-2.3      |                                       |
| 3.2. | Базовые вероятностные модели функционирования подразделения автопредприятия   | 3       | 2   |                                   |       |                                   |       | 9                                 | 11    | ПК-2.3      |                                       |
| 3.3. | Оптимизация мощности зон ТО и ТР автопредприятий  | 3       | 2   |                                   | 2     |                                   |       | 9                                 | 13    | ПК-2.3      |                                       |
| 3.4. | Оптимизация мощности производственных участков автопредприятий  | 3       | 2   |                                   | 4     |                                   |       | 9                                 | 15    | ПК-2.3      |                                       |
| 3.5. | Оптимизация парка технологического оборудования автопредприятия   | 3       | 2   |                                   | 2     |                                   |       | 9                                 | 13    | ПК-2.3      |                                       |

|      |  |   |   |  |   |  |  |  |   |      |        |
|------|--|---|---|--|---|--|--|--|---|------|--------|
| 3.6. | Оптимизация производственных запасов автопредприятия | 3 | 2 |  | 2 |  |  |  | 9 | 13   | ПК-2.3 |
| 4.   | 4 раздел. Иная контактная работа                     |   |   |  |   |  |  |  |   |      |        |
| 4.1. | Иная контактная работа                               | 3 |   |  |   |  |  |  |   | 1,25 | ПК-2.3 |
| 5.   | 5 раздел. Контроль                                   |   |   |  |   |  |  |  |   |      |        |
| 5.1. | Зачет с оценкой                                      | 3 |   |  |   |  |  |  |   | 9    | ПК-2.3 |

#### 5.1. Лекции

| № п/п | Наименование раздела и темы лекций                        | Наименование и краткое содержание лекций  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|-------|---|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 1     | Теория массового обслуживания - задачи и основные понятия | Теория массового обслуживания - задачи и основные понятия<br>Необходимость вероятностного моделирования. Основные понятия и допущения в теории массового обслуживания (ТМО). Основные термины и понятия в теории массового обслуживания. Предпосылки к исследованию систем массового обслуживания.  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2     | Базовые уравнения теории массового обслуживания           | Базовые уравнения теории массового обслуживания<br>Понятие о случайном процессе и его "марковости" (марковский процессы). Понятие о процессе гибели и размножения и его стационарном решении. Задание потока вызовов как случайного процесса и как последовательности случайных величин. Простейший поток вызовов. Определение и примеры. Показательный закон распределения разговоров и его свойство. Марковость в задаче Эрланга. Выходящий поток из непрерывно загруженной системы обслуживания. Вывод основных формул для характеристики систем массового обслуживания Уравнения стационарного режима обслуживания.   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3     | Системы массового обслуживания с отказом и смежные с ними | Системы массового обслуживания с отказом и смежные с ними<br>Процесс гибели и размножения для системы с отказом. Стационарное решение и его интерпретация. Показатели эффективности систем с отказом. Оптимальное число линий в системах с отказом. Формулы Эрланга для бесконечного пучка. Практические приложения - доставка телеграмм, ремонт автомашин. Упорядоченный пучок линий. Пример: автоматы для упаковки готовой продукции. Вероятность потери требования на частичном пучке. Интенсивности и коэффициенты обслуживания потоков на отдельных линиях упорядоченного пучка. Закон распределения номера линии, на которой осуществляется обслуживание. Задача о ключах (извлечение без возврата). Упорядоченный пучок групп линий. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4     | Системы массового обслуживания с ожиданием                | Системы массового обслуживания с ожиданием<br>Стационарное решение. Условие того, что система справляется с обслуживанием. Распределение времени ожидания в стационарном режиме. Показатели эффективности систем с ожиданием. Расчет числа линий в системах с ожиданием: число испытательных стендов, оптимальное число посадочных полос для самолетов на аэродроме. Практические приложения модели систем с ожиданием.   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5     | Системы массового обслуживания с ограниченной очередью    | Системы массового обслуживания с ограниченной очередью<br>Стационарное решение и распределение времени ожидания. Оптимальное число линий для систем с ограниченной очередью на примере расчета оптимального размера максимального запаса товаров в магазине для удовлетворения спроса. Практическое   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

|    |   |   |
|----|---|---|
|    |   | приложение модели систем с ограниченной очередью на примере доставки грузов.  |
| 6  | Замкнутые (циклические) системы массового обслуживания                      | Замкнутые (циклические) системы массового обслуживания<br>Модель циклической системы обслуживания. Графы состояний. Стационарное решение и показатели эффективности. Оптимальное число линий в циклической системе обслуживания на примере расчета числа наладчиков станков-автоматов. Практические приложения модели циклической системы обслуживания: ремонт, выбор централизованного или местного ремонта однотипных машин   |
| 7  | Имитационное моделирование и его реализация                                 | Имитационное моделирование и его реализация<br>Понятие имитационного моделирования. Использование имитационного моделирования для решения задач в теории массового обслуживания. Метод Монте-Карло. Программное обеспечение для реализации методов имитационного моделирования. Организация и постановка решения задачи с использованием имитационного моделирования.   |
| 8  | Базовые вероятностные модели функционирования подразделения автопредприятия | Базовые вероятностные модели функционирования подразделения автопредприятия<br>Математические модели комплекса текущего ремонта - модель без взаимопомощи рабочих, модели с полной и с частичной взаимопомощью рабочих. Математические модели функционирования комплекса технического обслуживания. Модели системы снабжения запасными частями  |
| 9  | Оптимизация мощности зон ТО и ТР автопредприятий                            | Оптимизация мощности зон ТО и ТР автопредприятий<br>Критерии оптимального формирования и использования мощности зон ТО и ТР. Оптимизация мощности зоны ТО и ТР методом динамического программирования. Математические модели оптимизации мощности зоны текущего ремонта - модели для зоны ТР с универсальными постами, модели для зоны ТР с полной или частичной специализацией постов, модели для зоны ТР при наличии нескольких технологически совместимых групп автомобилей. Оценка целесообразности централизации выполнения ТО и ТР автомобилей. |
| 10 | Оптимизация мощности производственных участков автопредприятий              | Оптимизация мощности производственных участков автопредприятий<br>Оптимизация мощности участков восстановления работоспособности автомобилей. Оптимизация мощности участков восстановления элементов автомобилей. Оптимизация мощности комплексных участков. Оценка эффективности коррекции мощности участков. Оценка целесообразности централизации восстановления запасных частей.  |
| 11 | Оптимизация парка технологического оборудования автопредприятия             | Оптимизация парка технологического оборудования автопредприятия<br>Методы обоснования потребности в технологическом оборудовании. Обоснование номенклатуры оборудования для зоны текущего ремонта. Формирование парка оборудования для зоны текущего ремонта. Обоснование комплектов оборудования производственных участков. Оценка целесообразности рассредоточения однотипного оборудования по зонам и участкам.  |
| 12 | Оптимизация производственных запасов автопредприятия                        | Оптимизация производственных запасов автопредприятия<br>Методы управления запасами. Стратегии управления запасами автопредприятий. Расчет оборотного фонда узлов и агрегатов при централизованном и комбинированном снабжении. Формирование запасов промежуточного склада.  |

## 5.2. Практические занятия

| № п/п | Наименование раздела и темы практических занятий                | Наименование и содержание практических занятий  |
|-------|---|---|
| 3     | Системы массового обслуживания с отказом и смежные с ними       | Системы массового обслуживания с отказом и смежные с ними<br>Решение практических задач для систем массового обслуживания с отказом                                   |
| 4     | Системы массового обслуживания с ожиданием                      | Системы массового обслуживания с ожиданием<br>Решение практических задач для систем массового обслуживания с ожиданием  |
| 5     | Системы массового обслуживания с ограниченной очередью          | Системы массового обслуживания с ограниченной очередью<br>Решение практических задач для систем массового обслуживания с ограниченной очередью                        |
| 6     | Замкнутые (циклические) системы массового обслуживания          | Замкнутые (циклические) системы массового обслуживания<br>Решение практических задач для замкнутых (циклических) систем массового обслуживания                        |
| 7     | Имитационное моделирование и его реализация                     | Имитационное моделирование и его реализация<br>Решение задач теории массового обслуживания с помощью имитационного моделирования в прикладном программном обеспечении |
| 9     | Оптимизация мощности зон ТО и ТР автопредприятий                | Оптимизация мощности зон ТО и ТР автопредприятий<br>Решение задач оптимизации мощности зон ТО и ТР автопредприятий  |
| 10    | Оптимизация мощности производственных участков автопредприятий  | Оптимизация мощности производственных участков автопредприятий<br>Решение задач оптимизации мощности производственных участков автопредприятий                        |
| 11    | Оптимизация парка технологического оборудования автопредприятия | Оптимизация парка технологического оборудования автопредприятия<br>Решение задач оптимизации парка технологического оборудования автопредприятия                      |
| 12    | Оптимизация производственных запасов автопредприятия            | Оптимизация производственных запасов автопредприятия<br>Решение задач оптимизации производственных запасов автопредприятия  |

## 5.3. Самостоятельная работа обучающихся

| № п/п | Наименование раздела дисциплины и темы                    | Содержание самостоятельной работы   |
|-------|---|---|
| 1     | Теория массового обслуживания - задачи и основные понятия | Теория массового обслуживания - задачи и основные понятия<br>Изучение материала лекций, подготовка к аттестации, выполнение курсовой работы |
| 2     | Базовые уравнения теории массового обслуживания           | Базовые уравнения теории массового обслуживания<br>Изучение материала лекций, подготовка к аттестации, выполнение курсовой работы           |
| 3     | Системы массового обслуживания с отказом и смежные с ними | Системы массового обслуживания с отказом и смежные с ними<br>Изучение материала лекций, подготовка к аттестации, выполнение курсовой работы |

|    |   |   |
|----|---|---|
| 4  | Системы массового обслуживания с ожиданием                                  | Системы массового обслуживания с ожиданием<br>Изучение материала лекций, подготовка к аттестации, выполнение курсовой работы                                  |
| 5  | Системы массового обслуживания с ограниченной очередью                      | Системы массового обслуживания с ограниченной очередью<br>Изучение материала лекций, подготовка к аттестации, выполнение курсовой работы                      |
| 6  | Замкнутые (циклические) системы массового обслуживания                      | Замкнутые (циклические) системы массового обслуживания<br>Изучение материала лекций, подготовка к аттестации, выполнение курсовой работы                      |
| 7  | Имитационное моделирование и его реализация                                 | Замкнутые (циклические) системы массового обслуживания<br>Изучение материала лекций, подготовка к аттестации, выполнение курсовой работы                      |
| 8  | Базовые вероятностные модели функционирования подразделения автопредприятия | Базовые вероятностные модели функционирования подразделения автопредприятия<br>Изучение материала лекций, подготовка к аттестации, выполнение курсовой работы |
| 9  | Оптимизация мощности зон ТО и ТР автопредприятий                            | Оптимизация мощности зон ТО и ТР автопредприятий<br>Изучение материала лекций, подготовка к аттестации, выполнение курсовой работы                            |
| 10 | Оптимизация мощности производственных участков автопредприятий              | Оптимизация мощности производственных участков автопредприятий<br>Изучение материала лекций, подготовка к аттестации, выполнение курсовой работы              |
| 11 | Оптимизация парка технологического оборудования автопредприятия             | Оптимизация парка технологического оборудования автопредприятия<br>Изучение материала лекций, подготовка к аттестации, выполнение курсовой работы             |
| 12 | Оптимизация производственных запасов автопредприятия                        | Оптимизация производственных запасов автопредприятия<br>Изучение материала лекций, подготовка к аттестации, выполнение курсовой работы                        |



## 6. Методические материалы для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Программой дисциплины предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной систематизированный материал, и практических занятий, предполагающих закрепление изученного материала и формирование у обучающихся необходимых знаний, умений и навыков. Кроме того, важнейшим этапом изучения дисциплины является самостоятельная работа обучающихся с использованием всех средств и возможностей современных образовательных технологий.

В объем самостоятельной работы по дисциплине включается следующее:

- изучение теоретических вопросов по всем темам дисциплины;
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка докладов и сообщений;
- подготовка к текущему контролю успеваемости студентов;
- подготовка к зачету с оценкой.

Залогом успешного освоения этой дисциплины является обязательное посещение лекционных и практических занятий, так как пропуск одного (тем более, нескольких) занятий может осложнить освоение разделов курса. На практических занятиях материал, изложенный на лекциях, закрепляется при подготовке докладов и сообщений, презентаций, а также в рамках выполнения практических заданий, решения кейсов и тестов, реализации групповых тренингов, проблемных дискуссий и других форм, предусмотренных РПД.

Приступая к изучению дисциплины, необходимо в первую очередь ознакомиться содержанием РПД, а также методическими указаниями по организации самостоятельной работы и подготовки к практическим занятиям.

При подготовке к практическим занятиям и в рамках самостоятельной работы по изучению дисциплины обучающимся необходимо:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники;
- выполнить практические задания в рамках изучаемой темы;
- ответить на контрольные вопросы по теме, используя материалы ФОС, либо групповые индивидуальные задания, подготовленные преподавателем;
- подготовить доклад или сообщение, предусмотренные РПД;
- подготовиться к проверочной работе, предусмотренной в контрольных точках;
- подготовиться к промежуточной аттестации.

Итогом изучения дисциплины является зачет с оценкой и защита курсовой работы. Студенты, не прошедшие аттестацию, должны ликвидировать задолженность в установленном порядке.

## 7. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

### 7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины

| № п/п | Контролируемые разделы дисциплины (модуля)                | Код и наименование индикатора контролируемой компетенции | Вид оценочного средства |
|-------|---|--|-------------------------|
| 1     | Теория массового обслуживания - задачи и основные понятия | ПК-2.3   | вопросы для аттестации  |
| 2     | Базовые уравнения теории массового обслуживания           | ПК-2.3   | вопросы для аттестации  |
| 3     | Системы массового обслуживания с отказом и смежные с ними | ПК-2.3   | вопросы для аттестации  |
| 4     | Системы массового обслуживания с ожиданием                | ПК-2.3   | вопросы для аттестации  |
| 5     | Системы массового обслуживания с                          | ПК-2.3   | вопросы для             |

|    |   |        |                        |
|----|---|--------|------------------------|
|    | ограниченной очередью   |        | аттестации             |
| 6  | Замкнутые (циклические) системы массового обслуживания                      | ПК-2.3 | вопросы для аттестации |
| 7  | Имитационное моделирование и его реализация                                 | ПК-2.3 | вопросы для аттестации |
| 8  | Базовые вероятностные модели функционирования подразделения автопредприятия | ПК-2.3 | вопросы для аттестации |
| 9  | Оптимизация мощности зон ТО и ТР автопредприятий                            | ПК-2.3 | вопросы для аттестации |
| 10 | Оптимизация мощности производственных участков автопредприятий              | ПК-2.3 | вопросы для аттестации |
| 11 | Оптимизация парка технологического оборудования автопредприятия             | ПК-2.3 | вопросы для аттестации |
| 12 | Оптимизация производственных запасов автопредприятия                        | ПК-2.3 | вопросы для аттестации |
| 13 | Иная контактная работа  | ПК-2.3 |                        |
| 14 | Зачет с оценкой   | ПК-2.3 |                        |

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля успеваемости, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

Примеры тестовых заданий для проверки сформированности индикатора достижения компетенций ПК 2.3

К основным характеристикам качества обслуживания системы массового обслуживания с ожиданием относят

- a) время обслуживания;
- b) среднее число свободных узлов обслуживания;
- c) границу очереди;
- d) вероятность наличия очереди.

Признаком системы массового обслуживания является

- a) ожидание требования очереди обслуживания;
- b) ожидание требования скорости обслуживания;
- c) ожидание требования начала обслуживания;
- d) ожидание требования конца обслуживания

В парикмахерский салон, где работают два, в среднем приходят 6 клиентов в час.

Если оба мастера заняты, клиент уходит. Среднее время обслуживания одного клиента

составляет 15 мин. Какова вероятность, что клиент уйдет необслуженным?

- a) 0,724;
- b) 0,667;
- c) 0,310;
- d) 0,333

Системами массового обслуживания с потерями (отказами) называются системы...

- a) допускающие очередь, но с ограниченным числом мест в ней;
- b) у которых возможно появление как угодно длинной очереди требований к обслуживаемому устройству;
- c) у которых требования, поступающие в момент, когда все приборы обслуживания заняты, получают отказ и теряются;
- d) допускающие очередь, но с ограниченным сроком пребывания каждого требования в ней

Входящий поток заявок системы массового обслуживания распределен по:

- a) показательному закону;
- b) закону Пуассона;
- c) нормальному закону;

7.3. Система оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) при проведении текущего контроля успеваемости

|                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| <p>Оценка «отлично»<br/>(зачтено)</p> | <p>знания:<br/> - систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за пределы учебной программы;<br/> - точное использование научной терминологии, систематически грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы;<br/> - полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю)</p> <p>умения:<br/> - умеет ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин</p> <p>навыки:<br/> - высокий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций;<br/> - владеет навыками самостоятельно и творчески решать сложные проблемы и нестандартные ситуации;<br/> - применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий;<br/> - грамотно обосновывает ход решения задач;<br/> - безупречно владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке научных и практических задач;<br/> - творческая самостоятельная работа на практических/семинарских/лабораторных занятиях, активно участвует в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий</p> |
| <p>Оценка «хорошо»<br/>(зачтено)</p>  | <p>знания:<br/> - достаточно полные и систематизированные знания по дисциплине;<br/> - усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю)</p> <p>умения:<br/> - умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку;<br/> - использует научную терминологию, лингвистически и логически правильно излагает ответы на вопросы, умеет делать обоснованные выводы;<br/> - владеет инструментарием по дисциплине, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач</p> <p>навыки:<br/> - самостоятельная работа на практических занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий;<br/> - средний уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций;<br/> - без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий;<br/> - обосновывает ход решения задач без затруднений</p>  |

|  |   |
|--|---|
| <p>Оценка<br/>«удовлетворительно»<br/>(зачтено)</p>      | <p>знания:<br/>- достаточный минимальный объем знаний по дисциплине;<br/>- усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой;<br/>- использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок<br/>умения:<br/>- умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им оценку;<br/>- владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении типовых задач;<br/>- умеет под руководством преподавателя решать стандартные задачи<br/>навыки:<br/>- работа под руководством преподавателя на практических занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий;<br/>- достаточный минимальный уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций;<br/>- испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий</p> |
| <p>Оценка<br/>«неудовлетворительно»<br/>(не зачтено)</p> | <p>знания:<br/>- фрагментарные знания по дисциплине;<br/>- отказ от ответа (выполнения письменной работы);<br/>- знание отдельных источников, рекомендованных рабочей программой по дисциплине;<br/>умения:<br/>- не умеет использовать научную терминологию;<br/>- наличие грубых ошибок<br/>навыки:<br/>- низкий уровень культуры исполнения заданий;<br/>- низкий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций;<br/>- отсутствие навыков самостоятельной работы;<br/>- не может обосновать алгоритм выполнения заданий</p>  |

7.4. Теоретические вопросы и практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

7.4.1. Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся

1. Общая характеристика систем массового обслуживания (СМО).
2. Основные элементы СМО.
3. Случайные величины и процессы.
4. Марковский случайный процесс. Классы марковских процессов.
5. Графы состояний системы. Элементы графов состояний системы. Уравнения Колмогорова.
6. Реализация случайного процесса. Матрица состояний системы.
7. Пуассоновский поток событий.
8. Простейший поток событий.
9. Поток Эрланга.
10. Понятие марковского процесса.
11. Стационарный режим марковского процесса. Процесс гибели и размножения.
12. Эргодический процесс.
13. Марковские системы массового обслуживания (СМО).
14. Дисциплина обслуживания СМО. Возможные ограничения работы СМО.
15. Классификация СМО.
16. Одноканальная СМО с отказами.

17. Одноканальная СМО с неограниченной очередью.
18. Одноканальная СМО с ограниченной длиной очереди.
19. Многоканальная СМО с отказами.
20. Многоканальная СМО с неограниченной очередью.
21. Многоканальная СМО с ограниченной длиной очереди.
22. Многоканальная СМО с ограниченным временем ожидания.
23. Замкнутые СМО.

#### 7.4.2. Практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

##### Примеры практических заданий

Среднее число вызовов, поступающих на станцию скорой помощи за один час, равно 60. Поток вызовов простейший. Найти:

- а) математическое ожидание, дисперсию, среднеквадратическое отклонение непрерывной случайной величины  $T$  – интервала времени между двумя последовательными вызовами в потоке;
- б) вероятность того, что за 6 минут поступит: 4 вызова; менее 4 вызовов; не менее 4 вызовов.

Система массового обслуживания представляет собой автоматическую телефонную станцию, которая может обеспечить не более пяти переговоров одновременно. Заявка-вызов, поступившая в тот момент, когда все каналы заняты, получает отказ и покидает систему. В среднем на станцию поступает 0,8 вызовов в минуту, а средняя продолжительность одних переговоров равна 1,5 минуты. Для стационарного режима функционирования системы необходимо определить:

- а) вероятности состояний системы;
- б) вероятность отказа;
- в) абсолютную и относительную пропускные способности;
- г) среднее число занятых каналов.

Автозаправочная станция имеет одну бензоколонку с площадкой, допускающей пребывание в очереди на заправку не более трёх автомашин одновременно. Если в очереди на заправку уже находятся три автомашины, то очередная автомашина, прибывшая на станцию, проезжает мимо. В среднем на заправку прибывает одна машина в минуту, а сам процесс заправки в среднем длится 1,25 минуты. Для стационарного режима функционирования автозаправочной станции необходимо определить:

- а) вероятность отказа;
- б) относительную и абсолютную пропускные способности;
- в) среднее число автомашин в очереди на заправку;

#### 7.4.3. Примерные темы курсовой работы (проекта) (при наличии)

Тема курсовой работы формулируется как "Реализация моделей работы СТО с использованием языка имитационного моделирования GPSS"

В процессе выполнения курсовой работы требуется разработать блок-схему, алгоритм и написать программу, реализующую модель работы СТО (ПТО) с двумя рабочими постами. Интервалы прибытия  $A_i$  типа автомобилей распределены равномерно через  $X_i$ , мин. Клиенты прибывают на СТО, обслуживаются в порядке очереди: первым пришел – первым обслужился. Время обслуживания на  $N_i$  посту  $Y_i$ , мин. Цель моделирования: сбор статистических данных об обслуживании. Требуется определить: количество обслуживаемых клиентов за время  $T$ ; ср. время обслуживания (ave.time); к-т использования поста (util); ср. время в очереди; max. длина очереди; ср. длина очереди (ave.cont) и др. показатели работы СТО. Определить время, необходимое для того, чтобы через СТО прошло  $M$  автомобилей. Составить график задержки клиентов в очереди. Анализ результатов, выводы, предложения по оптимизации работы СТО.

#### 7.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

Процедура проведения промежуточной аттестации и текущего контроля успеваемости регламентируется локальным нормативным актом, определяющим порядок организации и

проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Процедура оценивания формирования компетенций при проведении текущего контроля приведена в п. 7.2.

Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля приведены в п. 7.3.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета с оценкой и защиты курсовой работы.

#### 7.6. Критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации

| Критерии оценивания | Уровень освоения и оценка  |  |  |  |
|---------------------|--|--|--|--|
|                     | Оценка «неудовлетворительно»   | Оценка «удовлетворительно»   | Оценка «хорошо»  | Оценка «отлично»   |
|                     | «не зачтено»   | «зачтено»  |  |  |
|                     | Уровень освоения компетенции «недостаточный». Компетенции не сформированы. Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы | Уровень освоения компетенции «пороговый». Компетенции сформированы. Сформированы базовые структуры знаний. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка. | Уровень освоения компетенции «продвинутый». Компетенции сформированы. Знания обширные, системные. Умения носят репродуктивный характер, применяются к решению типовых заданий. Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка. | Уровень освоения компетенции «высокий». Компетенции сформированы. Знания аргументированные, всесторонние. Умения успешно применяются к решению как типовых, так и нестандартных творческих заданий. Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка |

|        |   |  |  |  |
|--------|---|--|--|--|
| знания | <p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-существенные пробелы в знаниях учебного материала;</li> <li>-допускаются принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы билета, отсутствует знание и понимание основных понятий и категорий;</li> <li>-непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий билета.</li> </ul> | <p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-знания теоретического материала;</li> <li>-неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов;</li> <li>-неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы.</li> </ul> | <p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-знание и понимание основных вопросов контролируемого объема программного материала;</li> <li>- знания теоретического материала</li> <li>-способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, выявлять противоречия, проблемы и тенденции развития;</li> <li>-правильные и конкретные, без грубых ошибок, ответы на поставленные вопросы.</li> </ul> | <p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-глубокие, всесторонние и аргументированные знания программного материала;</li> <li>-полное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, точное знание основных понятий, в рамках обсуждаемых заданий;</li> <li>-способность устанавливать и объяснять связь практики и теории,</li> <li>-логически последовательные, содержательные, конкретные и исчерпывающие ответы на все задания билета, а также дополнительные вопросы экзаменатора.</li> </ul> |
| умения | <p>При выполнении практического задания билета обучающийся продемонстрировал недостаточный уровень умений. Практические задания не выполнены. Обучающийся не отвечает на вопросы билета при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.</p>  | <p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с существенными неточностями. Допускаются ошибки в содержании ответа и решении практических заданий. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p>  | <p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с небольшими неточностями. Показал хорошие умения в рамках освоенного учебного материала. Предложенные практические задания решены с небольшими неточностями. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p>  | <p>Обучающийся правильно выполнил практическое задание билета. Показал отличные умения в рамках освоенного учебного материала. Решает предложенные практические задания без ошибок. Ответил на все дополнительные вопросы.</p>   |



|                   |   |  |  |   |
|-------------------|---|--|--|---|
| владение навыками | Не может выбрать методику выполнения заданий. Допускает грубые ошибки при выполнении заданий, нарушающие логику решения задач. Делает некорректные выводы. Не может обосновать алгоритм выполнения заданий. | Испытывает затруднения по выбору методики выполнения заданий. Допускает ошибки при выполнении заданий, нарушения логики решения задач. Испытывает затруднения с формулированием корректных выводов. Испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий. | Без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий. Допускает ошибки при выполнении заданий, не нарушающие логику решения задач. Делает корректные выводы по результатам решения задачи. Обосновывает ход решения задач без затруднений. | Применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий. Не допускает ошибок при выполнении заданий. Самостоятельно анализирует результаты выполнения заданий. Грамотно обосновывает ход решения задач. |
|-------------------|---|--|--|---|

Оценка по дисциплине зависит от уровня сформированности компетенций, закрепленных за дисциплиной, и представляет собой среднее арифметическое от выставленных оценок по отдельным результатам обучения (знания, умения, владение навыками).

Оценка «отлично»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 4,5 до 5,0.

Оценка «хорошо»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 3,5 до 4,4.

Оценка «удовлетворительно»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 2,5 до 3,4.

Оценка «неудовлетворительно»/«не зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 0 до 2,4.

## 8. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

### 8.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

| № п/п                                   | Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы  | Количество экземпляров/электронный адрес ЭБС  |
|---|---|---|
| <b><u>Основная литература</u></b>       |   |   |
| 1                                       | Боев В. Д., Концептуальное проектирование систем в AnyLogic и GPSS World, Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2021 | <a href="http://www.iprbookshop.ru/102016.html">http://www.iprbookshop.ru/102016.html</a> |
| 2                                       | Белопольская Я. И., Васильчук В. Ю., Теория случайных процессов и системы массового обслуживания, Санкт-Петербург, 2019   | ЭБС   |
| 3                                       | Тахтамышев Х. М., Основы технологического расчета автотранспортных предприятий, М.: Академия, 2011  | ЭБС   |
| <b><u>Дополнительная литература</u></b> |   |   |
| 1                                       | Боев В. Д., Имитационное моделирование систем, Москва: Юрайт, 2020  | <a href="https://urait.ru/bcode/453964">https://urait.ru/bcode/453964</a>                 |
| 2                                       | Климов Г. П., Теория массового обслуживания, Москва: Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2011   | <a href="http://www.iprbookshop.ru/13316.html">http://www.iprbookshop.ru/13316.html</a>   |

|   |  |     |
|---|--|-----|
| 3 | Вентцель Е. С., Овчаров Л. А., Теория вероятностей и ее инженерные приложения, М.: Высш. шк., 2007 | ЭБС |
|---|--|-----|

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

#### 8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

| Наименование ресурса сети «Интернет»              | Электронный адрес ресурса   |
|---|---|
| Использование языка GPSS                          | <a href="http://gpss.ru/">http://gpss.ru/</a>   |
| GPSS tutorial                                     | <a href="http://www.minutemansoftware.com/tutorial/tutorial_manual.htm">http://www.minutemansoftware.com/tutorial/tutorial_manual.htm</a> |
| Национальное общество имитационного моделирования | <a href="http://simulation.su/ru.html">http://simulation.su/ru.html</a>   |

#### 8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

| Наименование  | Электронный адрес ресурса   |
|---|---|
| Электронно-библиотечная система издательства "IPRbooks" | <a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>       |
| Электронно-библиотечная система издательства "ЮРАЙТ"    | <a href="https://www.biblio-online.ru/">https://www.biblio-online.ru/</a> |
| Электронно-библиотечная система издательства "Лань"     | <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>               |

#### 8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

| Наименование             | Способ распространения (лицензионное или свободно распространяемое)   |
|--------------------------|---|
| Microsoft Windows 10 Pro | Договор № Д32009689201 от 18.12.2020г Программные продукты Майкрософт, договор № Д32009689201 от 18.12.2020 с АО "СофтЛайн Трейд": Windows 10, Project Professional 2016, Visio Professional 2016, Office 2016. |
| Microsoft Office 2016    | Договор № Д32009689201 от 18.12.2020г Программные продукты Майкрософт, договор № Д32009689201 от 18.12.2020 с АО "СофтЛайн Трейд": Windows 10, Project Professional 2016, Visio Professional 2016, Office 2016. |
| AnyLogic версия 7.1.2    | AnyLogic договор №21/10-14-1 от 21.10.2014 с ООО "Компания ЭниЛоджик" бессрочный  |

#### 8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Сведения об оснащённости учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы

| Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы | Оснащённость оборудованием и техническими средствами обучения |
|---|---|
|   |   |

|   |  |
|---|--|
| 36. Учебные аудитории для проведения лекционных занятий | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудио-система), доска, экран, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет.  |
| 36. Помещения для самостоятельной работы                | Помещение для самостоятельной работы (читальный зал библиотеки, ауд. 217): ПК-23 шт., в т.ч. 1 шт.- ПК для лиц с ОВЗ (системный блок, монитор, клавиатура, мышь) с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду СПбГАСУ. ПО Microsoft Windows 10, Microsoft Office 2016 |
| 36. Компьютерный класс                                  | Рабочие места с ПК (стол компьютерный, системный блок, монитор, клавиатура, мышь), стол рабочий, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Internet.  |

Для инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются специальные условия для получения образования в соответствии с требованиями нормативно-правовых документов.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 23.04.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов (приказ Минобрнауки России от 07.08.2020 № 906).

Программу составил:  
зав. каф., к.т.н. Черняев И.О.

Программа обсуждена и рекомендована на заседании кафедры Технической эксплуатации транспортных средств 10.06.2021, протокол № 9

Заведующий кафедрой к.т.н., доцент Черняев И.О.

Программа одобрена на заседании учебно-методической комиссии факультета 15.06.2021, протокол № 4.

Председатель УМК к.т.н., доцент А.В. Зазыкин