

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор, проректор по учебной работе

_____ А.Е. Рудин

. « 30 » июня 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.10

(Индекс дисциплины)

Основы теории массового обслуживания и имитационное моделирование

(Наименование дисциплины)

Кафедра: **028** Машиноведения

Код

Наименование кафедры

Направление подготовки: 15.03.02 – Технологические машины и оборудование

Информационные технологии в производствах и сервисе

Профиль подготовки: технологических машин

Уровень образования: бакалавриат

План учебного процесса

Составляющие учебного процесса		Очное обучение	Очно-заочное обучение	Заочное обучение
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся (часы)	Всего	108		108
	Аудиторные занятия	51		12
	Лекции	17		4
	Лабораторные занятия	34		8
	Практические занятия			
	Самостоятельная работа	57		92
	Промежуточная аттестация			4
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен			
	Зачет	6		8
	Контрольная работа			8
	Курсовой проект (работа)			
Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)		3		3

Форма обучения:	Распределение зачетных единиц трудоемкости по семестрам											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Очная						3						
Очно-заочная												
Заочная							0,5	2,5				

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования

по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование

На основании учебных планов № 1/1/6, 1/3/17

1. ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Место преподаваемой дисциплины в структуре образовательной программы

Блок 1: Базовая Обязательная Дополнительно является факультативом
 Вариативная По выбору

1.2. Цель дисциплины

Сформировать компетенции обучающегося в области разработки технологических машин и оборудования, выбора количества параллельно работающих рабочих мест.

1.3. Задачи дисциплины

- Рассмотреть задачи, решаемые с помощью теории массового обслуживания.
- Раскрыть принципы составления входных и выходных потоков, алгоритмов решения задач массового обслуживания применительно к проектированию технологических машин и оборудования.
- Показать особенности имитационного моделирования на ЭВМ задач теории массового обслуживания.

1.4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
ПК-2	Умение моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, готовность проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов	второй
<p>Знать: Основные положения теории массового обслуживания и имитационного моделирования применительно к задачам моделирования технологических процессов.</p> <p>Уметь: Использовать методы теории массового обслуживания и имитационного моделирования для анализа технологических процессов.</p> <p>Владеть: Навыками использования методов теории массового обслуживания и имитационного моделирования для анализа технологических процессов.</p>		

1.5. Дисциплины (практики) образовательной программы, в которых было начато формирование компетенций, указанных в п.1.4:

- Сопротивление материалов (ПК-2)
- Теория механизмов и машин (ПК-2)
- Системы компьютерной математики (ПК-2)
- Механика машин и теория колебаний (ПК-2)
- Электротехника и электроника (ПК-2)
- Теория информации (ПК-2)
- Основы теории планирования эксперимента (ПК-2)
- Основы теории принятия решений (ПК-2)

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Учебный модуль 1. Некоторые сведения из теории массового обслуживания			
Тема 1. Основные понятия и определения. Потоки событий и их свойства (простейший поток; использование закона Пуассона).	16		7
Тема 2. Потоки с ограниченным воздействием (потоки Пальма, потоки Эрланга).	16		5

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Время обслуживания.			
Тема 3. Математическое моделирование систем массового обслуживания.	16		6
Текущий контроль 1. Опрос	1		
Учебный модуль 2. Использование методов статистического моделирования для решения задач кинематики и динамики узлов машин, задач массового обслуживания			
Тема 4. Методика реализации функций распределения дискретных и непрерывных случайных величин на ЭВМ. Реализация на ЭВМ случайных функций с заданными статистическими характеристиками	16		33
Тема 5. Суть метода статистического моделирования задач на ЭВМ и реализация метода в задачах массового обслуживания транспортных потоков и лифтового хозяйства	38		33
Текущий контроль 2. Опрос	1		
Текущий контроль – контрольная работа			20
Промежуточная аттестация по дисциплине (зачет)	4		4
ВСЕГО:	108		108

3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

3.1. Лекции

Номера изучаемых тем	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	6	2			7	1
2	6	2			7	1
3	6	3			7	2
4	6	6				
5	6	4				
ВСЕГО:		17				4

3.2. Практические и семинарские занятия

Не предусмотрены.

3.3. Лабораторные занятия

Номера изучаемых тем	Наименование лабораторных занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	Решение задачи о количестве красильных аппаратов на носочно-чулочном производстве (формулировка, входные потоки, выходные потоки, имитационное моделирование).	6	4			7	4
5	Решение задачи статистического моделирования на примере механизма транспортирования ткани швейной машины 131 кл.	6	30			8	4
ВСЕГО:			34				8

4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Не предусмотрено

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Номера учебных модулей, по которым проводится контроль	Форма контроля знаний	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во
1	Опрос	6	1				
2	Опрос	6	1				
2	Контрольная работа					8	1

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Виды самостоятельной работы обучающегося	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
Усвоение теоретического материала	6	36			7 8	6 58
Подготовка к практическим (семинарским) и лабораторным занятиям	6	17			7 8	4 4
Выполнение курсовой работы						
Выполнение контрольной работы					8	20
Подготовка к зачету	6	4			8	4
ВСЕГО:		57				96

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

7.1. Характеристика видов и используемых инновационных форм учебных занятий

Наименование видов учебных занятий	Используемые инновационные формы	Объем занятий в инновационных формах (часы)		
		очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Лекции	Лекция-диалог	6		2
Лабораторные занятия	Анализ ситуаций профессиональной деятельности	6		2
ВСЕГО:		12		2

7.2. Балльно-рейтинговая система оценивания успеваемости и достижений обучающихся

Перечень и параметры оценивания видов деятельности обучающегося

№ п/п	Вид деятельности обучающегося	Весовой коэффициент значимости, %	Критерии (условия) начисления баллов
1	Аудиторная активность: посещение лекций, лабораторных занятий, прохождение текущего контроля	30	4 балла за каждое занятие (8 лек + 17 лаб. занятий в семестре), максимум 100 баллов;
3	Выполнение лабораторных работ, написание отчетов о выполнении лабораторных работ	40	6 баллов за активное участие в опросе для проверки теоретической готовности к решению практических задач (5 лабораторных работ в семестре), максимум 30 баллов; 8 баллов за каждый качественно оформленный и представленный в срок отчет, максимум 40 баллов; 6 баллов за защиту отчета по лабораторным работам,

			максимум 30 баллов.
4	Сдача зачета	40	Ответ на теоретический вопрос (полнота и качество ответа, владение терминологией) – максимум 50 баллов; выполнение практического задания (1 задание) – максимум 50 баллов.
Итого (%):		100	

Перевод балльной шкалы в традиционную систему оценивания

Баллы	Оценка по нормативной шкале	
86 – 100	5 (отлично)	Зачтено
75 – 85	4 (хорошо)	
61 – 74		
51 – 60		
40 – 50	3 (удовлетворительно)	Не зачтено
17 – 39	2 (неудовлетворительно)	
1 – 16		
0		

8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Учебная литература

а) основная учебная литература

1. Климов Г.П. Теория массового обслуживания [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Климов Г.П.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2011.— 312 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13316>. — ЭБС «IPRbooks», по паролю.
2. Карташевский В.Г. Основы теории массового обслуживания [Электронный ресурс]: учебник для вузов/ Карташевский В.Г.— Электрон. текстовые данные.— М.: Горячая линия - Телеком, 2013.— 130 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/37131>. — ЭБС «IPRbooks», по паролю.

б) дополнительная учебная литература

1. Основы теории массового обслуживания: метод. указания / сост. Н. В. Рокотов, Л. С. Мазин. – СПб.: ФГБОУ ВО «СПбГУПТД», 2015. – 30 с. – Режим доступа: <http://publish.sutd.ru>.
2. Основы теории массового обслуживания и имитационное моделирование. Лабораторные работы [Электронный ресурс]: методические указания / Сост. Рокотов Н. В., Бабкина Н. М. — СПб.: СПбГУПТД, 2017.— 30 с.— Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=201728, по паролю.

8.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Эффективная аудиторная и самостоятельная работа обучающихся [Электронный ресурс]: методические указания / сост. С. В. Спицкий. — СПб.: СПбГУПТД, 2015. – Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_get_file.php?id=2015811, по паролю.
2. Организация самостоятельной работы обучающихся [Электронный ресурс]: методические указания / сост. И. Б. Караулова, Г. И. Мелешкова, Г. А. Новоселов. – СПб.: СПГУТД, 2014. – 26 с. – Режим доступ http://publish.sutd.ru/tp_get_file.php?id=2014550, по паролю.

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины

1. Электронно-библиотечная система IPRbooks (<http://www.iprbookshop.ru>).
2. Электронная библиотека учебных изданий СПбГУПТД <http://publish.sutd.ru>.
3. Электронный каталог фундаментальной библиотеки СПбГУПТД <http://library.sutd.ru>.
4. Материалы по продуктам MATLAB & Toolboxes: <http://matlab.exponenta.ru>
5. Материалы Информационно-образовательной среды заочной формы обучения СПбГУПТД [Электронный ресурс]. URL: http://sutd.ru/studentam/extramural_student/

8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

1. Microsoft Windows 10 Home Russian Open No Level Academic Legalization Get Genuine (GGK) + Microsoft Windows 10 Professional (Pro – профессиональная) Russian Upgrade Open No Level Academic
2. Office Std 2016 RUS OLP NL Acdmc
3. Учебный комплект программного обеспечения: КОМПАС-3D, ВЕРТИКАЛЬ и приложения

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Лекционная аудитория, оснащена компьютером с медиапроектором и проекционным экраном.
2. Компьютерный класс, оснащенный учебными комплектами программного обеспечения (MATLAB, САПР КОМПАС-3D, справочник «Материалы и Сортаменты», САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ, САПР SolidWorks Education Edition 500 CAMPUS) и оборудованный мультимедийным комплексом для демонстрации презентаций.

8.6. Иные сведения и (или) материалы

Не предусмотрено

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Лекции	<p>Лекции обеспечивают фундаментальные сведения о дисциплине. На лекциях излагаются теоретические основы дисциплины, иллюстрируемые конкретными примерами, раскрывается современный отечественный и зарубежный опыт.</p> <p>Освоение лекционного материала обучающимся предполагает следующие виды работ:</p> <ul style="list-style-type: none"> - проработка рабочей программы в соответствии с целями и задачами, структурой и содержанием дисциплины; - конспект лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы и формулировки, выделять ключевые слова, термины. <p>Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации или на практическом занятии.</p>
Лабораторные занятия	<p>Лабораторные занятия способствуют развитию практических навыков владения изучаемыми методами в процессе выполнения машинного эксперимента с помощью разрабатываемого обучающимся под руководством преподавателя программного обеспечения.</p> <p>На лабораторных работах обучающийся изучает процесс или объект на основе взаимодействия с его математической моделью. В результате проведения лабораторного занятия обучающийся должен понять принципы моделирования процессов в теории массового обслуживания применительно к технологическим машинам и оборудованию.</p> <p>Следует предварительно изучить методические указания по выполнению лабораторных работ.</p>
Самостоятельная работа	<p>Самостоятельная работа предполагает расширение и закрепление знаний, умений и навыков, усвоенных на аудиторных занятиях путем самостоятельной проработки учебно-методических материалов по дисциплине; выполнения контрольной работы (студентами заочной формы обучения); оформления отчетов о выполнении практических заданий и лабораторных работ; а также подготовки к зачету. Самостоятельная работа выполняется индивидуально.</p> <p>При подготовке к зачету необходимо ознакомиться с перечнем вопросов, проработать конспекты лекций и лабораторных занятий, рекомендуемую литературу, получить консультацию у преподавателя.</p>

10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

10.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

10.1.1. Показатели оценивания компетенций на этапах их формирования

Код компетенции / этап освоения	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
ПК-2 / второй	Называет предмет, цели и задачи теории массового обслуживания и имитационного моделирования; описывает характеристики случайных процессов, потоков событий, каналов обслуживания применительно к задачам моделирования технологических процессов	Вопросы для устного собеседования	Перечень вопросов для устного собеседования (16 вопросов)
	Разрабатывает математические модели технологических процессов с применением методов теории массового обслуживания и имитационного моделирования	Практическое задание	Практические задания (10 шт.)
	Демонстрирует результаты математического моделирования технологических процессов с применением методов теории массового обслуживания и имитационного моделирования	Практическое задание	Практические задания (10 шт.)

10.1.2. Описание шкал и критериев оценивания сформированности компетенций

Критерии оценивания сформированности компетенций

Баллы	Оценка по традиционной шкале	Критерии оценивания сформированности компетенций
		Устное собеседование
40 – 100	Зачтено	Обучающийся ответил на вопросы устного собеседования, решил практические задачи, прошел интернет-тестирование, возможно допуская несущественные ошибки в ответе на вопросы преподавателя. Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.
0 – 39	Не зачтено	Обучающийся не ответил на вопросы устного собеседования, не решил практические задачи, не прошел интернет-тестирование, допустил существенные ошибки в ответе на вопросы преподавателя. Не учитываются баллы, накопленные в течение семестра.

* **Существенные ошибки** – недостаточная глубина и осознанность ответа (например, студент не смог применить теоретические знания для объяснения явлений, для установления причинно-следственных связей, сравнения и классификации явлений и т.д.).

* **Несущественные ошибки** – неполнота ответа (например, упущение из вида какого-либо нехарактерного факта, дополнения при описании процесса, явления, закономерностей и т.д.); к ним могут быть отнесены оговорки, допущенные при невнимательности студента.

10.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

10.2.1. Перечень вопросов (тестовых заданий), разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Формулировка вопросов к зачету	№ темы
1	Задачи, решаемые в теории массового обслуживания	1,2
2	Моментные характеристики случайных величин	1,2
3	Основные распределения случайных величин (нормальное, равномерное, белый	4

№ п/п	Формулировка вопросов к зачету	№ темы
	шум, Пуассона)	
4	Поток событий и его свойства	1,2
5	Простейшие стационарные потоки без последствия	1,2
6	Потоки с последствием	1,2
7	Нестационарный поток	2
8	Поток с ограниченным последствием (поток Пальма)	2
9	Потоки Эрланга	2
10	Время обслуживания	3
11	Основы имитационного моделирования	3,4
12	Исследование на ЭВМ систем массового обслуживания	3,4
13	Получение на ЭВМ входных потоков	4,5
14	Возможные состояния системы массового обслуживания	5
15	Математическая модель для определения вероятностей состояний системы массового обслуживания	5
16	Анализ результатов моделирования на ЭВМ системы массового обслуживания	5

Вариант тестовых заданий, разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

Не предусмотрено

10.2.2. Перечень тем докладов (рефератов, эссе, пр.), разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

Не предусмотрено

Вариант типовых заданий (задач, кейсов), разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Условия типовых задач	Ответ
1	<i>Известно, что заявки на телефонные переговоры в телефонном ателье поступают с интенсивностью λ, равной 90 заявок в час, а средняя продолжительность разговора по телефону $t_{об} = 2$ мин. Определить показатели эффективности работы СМО (телефонной связи) при наличии одного телефонного номера.</i>	<p>Имеем $\lambda = 90$ (1/ч) ; $t_{об} = 2$ мин. Интенсивность потока обслуживания $\mu = \frac{1}{t_{об}} = \frac{1}{2} = 0,5$ (1/мин) = 30 (1/ч).</p> <p>Относительная пропускная способность СМО</p> <p>$Q = \frac{\mu}{\lambda + \mu} = \frac{30}{90 + 30} = 0,25$, т.е. в среднем только 25% поступающих заявок осуществляет переговоры по телефону. Вероятность отказа в обслуживании составит</p> <p>$P_{отк} = \frac{\lambda}{\lambda + \mu} = 0,75$.</p> <p>Абсолютная пропускная способность СМО</p> <p>$A = \lambda Q = 90 * 0,25 = 22,5$; т.е. в среднем в час будут обслужены 22.5 заявок на переговоры. Очевидно, что при наличии только одного телефонного номера СМО будет плохо справляться с потоком заявок.</p>
2	<i>Известно, что заявки на телефонные переговоры в телефонном ателье поступают с интенсивностью λ, равной 90 заявок в час, а средняя продолжительность разговора по телефону $t_{об} = 2$ мин. Определить</i>	<p>Интенсивность нагрузки каналов трафик-интенсивность $\rho = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{90}{30} = 3$, т.е. за время среднего (по продолжительности) телефонного разговора $t_{об} = 2$ мин поступает в среднем 3 заявки на переговоры. Будем увеличивать постепенно число каналов (телефонных номеров) $n=2,3,4, \dots$ и определять ρ, Q, A для получаемой n-канальной СМО характеристики</p>

	<p>оптимальное число телефонных аппаратов в телефонном ателье, если условием оптимальности считать удовлетворение в среднем из каждых 100 заявок не менее 90 заявок на переговоры.</p>	<p>обслуживания.</p> $N = 2 : P_0 = \left(1 + p + \frac{p^2}{2!} + \dots + \frac{p^n}{n!}\right)^{-1}$ $P_0 = \left(1 + 3 + \frac{3^2}{2!}\right)^{-1} = 0.118 \approx 0.12,$ $Q = 1 - P_{\text{отк}} = 1 - \frac{p^n}{n!} P_0,$ $Q = 1 - \left(\frac{3^2}{2!}\right) 0.118 = 0.471 \approx 0.47,$ $A = \lambda \left(1 - \frac{p^n}{n!} P_0\right) = \lambda Q,$ $A = 90 * 0.471 = 48.4 \text{ и т.д.}$ <p>Характеристики сведены в следующую таблицу:</p> <table border="1" data-bbox="726 459 1436 712"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Характеристика обслуживания</th> <th colspan="6">Число каналов</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Относительная пропускная способность Q</td> <td>0,25</td> <td>0,47</td> <td>0,65</td> <td>0,79</td> <td>0,9</td> <td>0,95</td> </tr> <tr> <td>Абсолютная пропускная способность A</td> <td>22,5</td> <td>42,5</td> <td>58,8</td> <td>71,5</td> <td>80,1</td> <td>5,3</td> </tr> </tbody> </table> <p>Из условия оптимальности $Q \geq 0.9$ следует, что в телевизионном ателье необходимо установить 9 телефонных номеров (в этом случае $Q=0,9$). При этом в час будут обслуживаться в среднем 80 заявок ($A=80,1$), а среднее число телефонных номеров (каналов)</p> $\bar{k} = A/\mu;$ $\bar{k} = \frac{80.1}{30} = 2.67.$	Характеристика обслуживания	Число каналов						1	2	3	4	5	6	Относительная пропускная способность Q	0,25	0,47	0,65	0,79	0,9	0,95	Абсолютная пропускная способность A	22,5	42,5	58,8	71,5	80,1	5,3
Характеристика обслуживания	Число каналов																												
	1	2	3	4	5	6																							
Относительная пропускная способность Q	0,25	0,47	0,65	0,79	0,9	0,95																							
Абсолютная пропускная способность A	22,5	42,5	58,8	71,5	80,1	5,3																							
3	<p>В вычислительном центре коллективного пользования с тремя ЭВМ поступают заказы от предприятий на вычислительные работы. Если работают все три ЭВМ, то вновь поступающий заказ не принимается, и предприятие вынуждено обратиться в другой ВЦ. Среднее время работы с одним заказом составляет 3 часа. Интенсивность потока заявок 0,25(1/ч). Найти предельные вероятности состояний и показатели эффективности работы ВЦ.</p>	<p>По условию $n=3, \lambda=0,25(1/ч), \bar{t}_{06}=2$ мин.</p> <p>Интенсивность потока обслуживания $\mu = \frac{1}{\bar{t}_{06}} = 0,33.$</p> <p>Интенсивность нагрузки ЭВМ - трафик-интенсивность</p> $\rho = \frac{0,25}{0,33} = 0,75.$ <p>Предельные вероятности:</p> $P_0 = \left(1 + 0.75 + \frac{0.75^2}{2!} + \frac{0.75^3}{3!}\right)^{-1} = 0.476,$ $P_1 = (0.75 * 0.476) = 0.375,$ $P_2 = \left(\frac{0.75^2}{2!}\right) 0.476 = 0.131,$ $P_3 = \left(\frac{0.75^3}{3!}\right) 0.476 = 0.33,$ <p>т.е. в стационарном режиме работы ВЦ в среднем 47,6% времени нет ни одной заявки; 35,7% - имеется одна заявка (занята одна ЭВМ); 13,4% - две заявки (две ЭВМ); 3,3% времени – три заявки (заняты три ЭВМ). Вероятность отказа (когда заняты все три ЭВМ) таким образом составит</p> $P_{\text{отк}} = P_3 = 0.033.$ <p>Относительная пропускная способность центра $Q=1-0.033=0.967$, т.е. в среднем из каждых 100 заявок ВЦ обслуживает 96,7 заявок.</p> <p>Абсолютная пропускная способность центра $A=0,25*0,967=0,242$, т.е. за один час в среднем обслуживается 0,242 заявки.</p> <p>Число занятых ЭВМ $\bar{k} = \frac{0.242}{0.33} = 0.725,$</p> <p>т.е. каждая из 3-х ЭВМ занята обслуживанием заявок в среднем лишь на $72.5/3=24.2\%$.</p>																											

10.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности), характеризующих этапы формирования компетенций

10.3.1. Условия допуска обучающегося к сдаче (экзамена, зачета и / или защите курсовой работы) и порядок ликвидации академической задолженности

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся (принято на заседании Ученого совета 31.08.2013г., протокол № 1)

10.3.2. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

устная письменная компьютерное тестирование иная*

**В случае указания формы «Иная» требуется дать подробное пояснение*

10.3.3. Особенности проведения (экзамена, зачета и / или защиты курсовой работы)

В процессе сдачи зачета студент устно отвечает на контрольный вопрос и решает задачу. Время на подготовку составляет 30 минут. Разрешается использование справочных материалов.