МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Казанский государственный аграрный университет»
(ФГБОУ ВО Казанский ГАУ)

Институт экономики
Кафедра цифровых технологий и прикладной информатики

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной
работе и цифровизации, доцент
_____ А.В. Дмитриев
«22» мая 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Направление подготовки
19.03.01 Биотехнология

Направленность (профиль) подготовки
Агропромышленная биотехнология

Уровень
бакалавриата

Форма обучения
очная

Казань - 2025

Составитель: к.т.н., доцент Панков А.О.
Должность, ученая степень, ученое звание Ф.И.О.

Рабочая программа дисциплины обсуждена и одобрена на заседании кафедры цифровых технологий и прикладной информатики «22» апреля 2025 года (протокол № 14)

Заведующий кафедрой:
к.э.н., доцент Газетдинов Ш. М.
Должность, ученая степень, ученое звание Ф.И.О.

Рассмотрены и одобрены на заседании методической комиссии Института экономики «12» мая 2025 года (протокол № 11)

Председатель методической комиссии:
к.э.н., доцент Авхадиев Ф. Н.
Должность, ученая степень, ученое звание Ф.И.О.

Согласовано:
Директор (декан) Низамутдинов М. М.
Ф.И.О.

Протокол ученого совета института экономики № 8 от «19» мая 2025 года

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

В результате освоения ОПОП бакалавриата по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология, направленность (профиль) Агропромышленная биотехнология, обучающийся по дисциплине «Компьютерное моделирование биотехнологических процессов» должен овладеть следующими результатами:

Код индикатора достижения компетенции	Индикатор достижения компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений		
УК-2.3	Решает конкретные задачи проекта заявленного качества и за установленное время.	Знать: постановку основных математических задач и основной инструментарий специальных пакетов, необходимый для решения математических задач на основе обработки и анализа научно-технической информации. Уметь: правильно решать математические задачи, используя инструментарий специальных пакетов, на основе обработки и анализа научно-технической информации за установленное время. Владеть: навыками решения математических задач с помощью основного инструментария специализированных пакетов на основе обработки и анализа научно-технической информации за установленное время.
ОПК-2. Способен осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ профессиональной информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий, включая проведение расчетов и моделирование, с учетом основных требований информационной безопасности		
ОПК-2.1	Осуществляет поиск, хранение, обработку и анализ профессиональной информации из различных источников и баз данных с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий.	Знать: актуальные задачи и проблемы биотехнологии Уметь: вести поиск и обработку информации с привлечением информационных, компьютерных и сетевых технологий Владеть: методами поиска, хранения, обработки и анализа научно-технической информации
ОПК-3. Способен принимать участие в разработке алгоритмов и программ, пригодных для практического применения в сфере своей профессиональной деятельности		
ОПК-3.2	Принимает участие в разработке программ для практического применения в сфере профессиональной	Знать: основные алгоритмы и модели для описания процессов биотехнологии Уметь: подбирать правильный алгоритм и программу под конкретную задачу Владеть: методами работы в программах

	деятельности	моделирования технологических процессов, в том числе и специализированных
ОПК-4. Способен проектировать отдельные элементы технических и технологических систем, технических объектов, технологических процессов биотехнологического производства на основе применения базовых инженерных и технологических знаний		
ОПК-4.1	Проектирует отдельные элементы технических и технологических систем, технических объектов биотехнологического производства на основе применения базовых инженерных знаний	*Знать:* основные требования к проектам предметной области и аппаратурное оформление процессов *Уметь:* подбирать оптимальный вариант оборудования для решения конкретных технологических задач *Владеть:* методами расчета и оптимизации типового оборудования биотехнологии

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Компьютерное моделирование биотехнологических производств» к части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 Дисциплины. Изучается в 4 семестре на 2 курсе при очной форме обучения.

Изучение дисциплины предполагает предварительное освоение следующих дисциплин учебного плана: «Основы биотехнологии», «Информатика», «Основы биохимии и молекулярной биологии».

Дисциплина является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Оборудование предприятий биотехнологической промышленности », «Современные методы исследования сырья и биотехнологической продукции», «Основы научных исследований».

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет: 4 зачетных единиц, 144 часов

Таблица 3.1 - Распределение фонда времени по семестрам и видам занятий

Вид учебных занятий	Очное обучение
	5 семестр
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего, час**)** в том числе:	**85**
- лекции, час в том числе в виде практической подготовки (при наличии), час	34 -
- лабораторные занятия, час в том числе в виде практической подготовки (при наличии), час	16
- практические занятия	34
- экзамен, час	1
Самостоятельная работа обучающихся (всего, час)	**57**

в том числе: - подготовка к лабораторным занятиям, час	40
- работа с тестами и вопросами для самоподготовки, час	17
- выполнение контрольной работы, час	-
- подготовка к экзамену, час	-
Общая трудоемкость, час	**144**
з.е.	**4**

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

Таблица 4.1 - Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

№ темы	Раздел дисциплины	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость, час				
		лекции	практ. работы	лаборатор. работы	всего ауд. часов	самост. работа
		очн	очн	очн	очн	очн
1	Общие сведения о математическом моделировании.	2			2	6
2	Моделирование роста и отмирания микроорганизмов в биохимических реакторах	6	4	2	12	6
3	Моделирование биосинтеза продуктов и потребления субстратов	6	4	2	12	6
4	Оптимизация ферментационных сред и условий ведения биоагрономического процесса	6	4	2	12	6
5	Методы оценки кинетических констант биоагрономических процессов	2	4	2	8	7
6	Физико-химические особенности ферментационных сред	4	4	2	10	7
7	Модели структуры потоков в биореакторах	2	4	2	8	7
8	Гидродинамика газожидкостных потоков в биореакторах	2	4	2	8	7
9	Моделирование процессов массопереноса в биореакторах	4	6	3	11	8
	Итого	34	34	16	84	57

Таблица 4.2 - Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам

№	Содержание раздела (темы) дисциплины	Время, ак.час (очно/заочно)			
		очно		заочно	
		всего	в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	всего	в том числе в форме практической полдготовки (при наличии)
1	**Раздел 1. Общие сведения о математическом моделировании.**				
	Лекции				
1.1	Общие принципы построения физико-химических моделей процессов. Математическое описание процессов системами конечных нелинейных уравнений. Математическое описание процессов системами с обыкновенными дифференциальными уравнениями. Информационные матрицы систем уравнений МО и блок-схемы алгоритмов их решений.	2	-		
2	**Раздел 2. Моделирование роста и отмирания микроорганизмов в биохимических реакторах**				
	Лекции				
2.1	Моделирование роста микробной популяции. Стехиометрия процессов роста микроорганизмов. Зависимость скорости роста микроорганизмов от концентрации субстрата и продукта метаболизма. Моделирование процесса отмирания биомассы.	6			
	Практическая работа				
2.2	Построение модели роста микробной популяции. Построение модели	4			
	Лабораторные работы				
2.3	Построение модели роста микробной популяции. Решение модели на компьютере	2			
3	**Раздел 3. Моделирование биосинтеза продуктов и потребления субстратов**				
	Лекции				
3.1	Субстрат, зависимые модели кинетики биосинтеза продуктов метаболизма. Кинетика потребления субстрата.	6			
	Практическая работа				
3.2	Построение модели биосинтеза продукта и потребления субстрата. Построение модели.	4			
	Лабораторные работы				
3.3	Построение модели биосинтеза	2			

	продукта и потребления субстрата. Решение модели на компьютере				
4	**Раздел 4. Оптимизация ферментационных сред и условий ведения биотехнологического процесса**				
Лекции					
4.1	Экспериментальный метод составления математического описания исследуемого объекта. Понятие «черный ящик». Получение модели объекта методом математического планирования эксперимента. Статистическая оценка результатов. Проверка модели на адекватность. Оптимизация состава питательной среды или условий ведения биотехнологического процесса с применением полученной модели.	6			
Практическая работа					
4.2	Оптимизация ферментационных сред и условий ведения процесса с использованием экспериментального метода моделирования. Построение модели				
Лабораторные работы					
4.3	Оптимизация ферментационных сред и условий ведения процесса с использованием экспериментального метода моделирования. Решение модели на компьютере				
5	**Раздел 5. Методы оценки кинетических констант биотехнологических процессов**				
	Лекции				
5.1	Кинетические константы биотехнологических процессов. Постановка задачи идентификации. Метод наименьших квадратов. Метод нелинейных оценок Гаусса - Ньютона.	2			
Лабораторные работы					
5.2	Идентификация биокинетических конс-тант. Построение модели	2			
5.3	Идентификация биокинетических конс-тант. Решение модели на компьютере	2			
6	**Раздел 6. Физико-химические особенности ферментационных сред**				
Лекции					
6.1	Компонентный и фазовый состав ферментационной среды. Свойства жидкой, квазитвёрдой и газовой фаз в ферментационных средах. Основные физико- химические характеристики	4			

	ферментационной среды: поверхностное натяжение, ко¬эффициент диффузии и растворимость кислорода, вязкость, плотность.				
	Практические занятия				
6.2	Определение физико-химических характеристик ферментационной среды с использованием корреляционных зависимостей. Построение модели	4			
	Лабораторные работы				
6.3	Определение физико-химических характеристик ферментационной среды с использованием корреляционных зависимостей. Решение модели на компьютере.	2			
7	**Раздел 7. Модели структуры потоков в биореакторах**				
	Лекции				
7.1	Математическое описание структуры потока в аппарате как основа для построения модели биореактора. Основные характеристики функции распределения потока по времени. Типовые модели структуры потока: идеального перемешивания; идеального вытеснения; ячеечная.	2			
	Практические занятия				
7.2	Исследования структуры потоков в биореакторах. Построение моделей.	4			
	Лабораторные работы				
7.3	Исследования структуры потоков в биореакторах. Решение модели на компьютере	2			
8	**Раздел 8. Гидродинамика газожидкостных потоков в биореакторах**				
	Лекции				
8.1	Гидродинамика биореакторов с механическим перемешиванием среды. Газосодержание. Критерий Рейнольдса. Удельная мощность перемешивания. Удельная межфазная поверхность. Гидродинамика биохимических реакторов колонного типа. Определение диаметра и скорости подъёма газового пузыря. Гидродинамические режимы работы реакторов.	2			
	Практическая работа				
8.2	Конструкции мешалок и барботажных слоев.	4			
	Лабораторные работы				
8.3	Расчёт мощности, необходимой на	2			

	перемешивание в биореакторе.				
9	**Раздел 9. Моделирование процессов массопереноса в биореакторах**				
	Лекции				
9.1	Понятие массопереноса. Перенос вещества в сплошной фазе. Транспорт газообразного субстрата в ферментационную среду. Модели массопереноса. Массопередача в процессе биосинтеза. Массообменные характеристики биореакторов. Экспериментальная оценка и корреляционные зависимости для определения коэффициента массопередачи кислорода в системе газ-жидкость в биореакторе.	4			
	Практическая работа				
9.2	Обсуждение конструкций оборудования для проведения биореакций с массообменом и особенностей их моделирования.	6			
	Лабораторные работы				
9.3	Расчёт коэффициента массопередачи кислорода в биореакторе.	3			

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

1. Панков А.О. Лабораторный практикум по моделированию биотехнологических процессов: Учебное пособие. – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2022. - 140 с.
2. Панков А.О. Компьютерное моделирование процессов биотехнологии: курс лекций – Казань: КГАУ, 2022. – 140 с.

Примерная тематика курсовых проектов

Непосредственно тематика проектов для студента дополняется расходом реакционной биосмеси и константами реакций.

1. Моделирование изотермического объемного биоректора с мешалкой
2. Моделирование процесса теплоотдачи при работе мешалки в биоректоре
3. Моделирование трубчатого биоректора
4. Моделирование миниреактора
5. Моделирование процесса массотдачи кислорода в биосреду
6. Моделирование процесса растворения твердого тела
7. Моделирование биоректора моделью идеального вытеснения
8. Моделирование биоректора моделью идеального смешения
9. Моделирование биоректора ячеечной моделью
10. Моделирование биоректора диффузионной моделью

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Представлен в приложении к рабочей программе дисциплины «Компьютерное моделирование биотехнологических процессов»

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Основная учебная литература

1. Миронов, П. В. Моделирование и масштабирование биотехнологических процессов : учебное пособие / П. В. Миронов, Е. В. Алаудинова, В. В. Тарнопольская. — Красноярск : СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2017. — 114 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/147483 (дата обращения: 17.05.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Лущик, В. Имитационное моделирование в промышленной биотехнологии : монография / В. Лущик. - Германия : LAP LAMBERT Acad. Publ., 2017. - 61 с. - ISBN 978-3-659-71068-1. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1079106 (дата обращения: 17.05.2025). – Режим доступа: по подписке.

3. Пономарев, В. Б. Математическая обработка результатов инженерного эксперимента : учебное пособие / В. Б. Пономарев, А. Б. Лошкарев. - 2-е изд., стер. - Москва : ФЛИНТА : Изд-во Урал. ун-та, 2022. - 104 с. - ISBN 978-5-9765-5017-9 (ФЛИНТА) ; ISBN 978-5-7996-2784-3 (Изд-во Урал. ун-та). - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1891376 (дата обращения: 17.05.2025). – Режим доступа: по подписке.

Дополнительная учебная литература

1. Муртазаева, Р. Н. Инновационное развитие агропромышленного комплекса: Учебное пособие / Муртазаева Р.Н. - Волгоград:Волгоградский государственный аграрный университет, 2018. - 164 с.: ISBN. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1007908 (дата обращения: 17.05.2025). – Режим доступа: по подписке.

2. Ефремов, Г. И. Моделирование химико-технологических процессов : учебник / Г.И. Ефремов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 260 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс]. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/1090526. - ISBN 978-5-16-016255-3. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1090526 (дата обращения: 17.05.2025). – Режим доступа: по подписке.

3. Загкейм, А. Ю. Общая химическая технология: введение в моделирование химико-технологических процессов : учебное пособие / А. Ю. Закгейм. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва : Логос, 2020. - 304 с. - (Новая университетская библиотека). - ISBN 978-5-98704-497-1. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1212487 (дата обращения: 17.05.2025). – Режим доступа: по подписке..

4. Никоненко, В. А. Математическое моделирование технологических процессов : моделирование в среде MathCAD : практикум / В. А. Никоненко ; под. ред. Г. Д. Кузнецова. - Москва : ИД МИСиС, 2001. - 48 с. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1231410 (дата обращения: 17.05.2025). – Режим доступа: по подписке.

5. Розин, К. М. Моделирование физических и технологических процессов : учебное пособие / К. М. Розин, К. В. Закутайлов. - Москва : Изд. Дом МИСиС, 2009. - 103 с. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1231406 (дата обращения: 17.05.2025). – Режим доступа: по подписке.

6. Математическое программирование: теория и методы : учебное пособие / Н. В. Гредасова, А. Н. Сесекин, А. Ф. Шориков, М. А. Плескунов. - 2-е изд., стер. - Москва : ФЛИНТА : Изд-во Урал. ун-та, 2022. - 200 с. - ISBN 978-5-9765-4995-1 (ФЛИНТА) ; ISBN 978-5-7996-3093-5 (Изд-во Урал. ун-та). - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1891375 (дата обращения: 17.05.2025). – Режим доступа: по подписке.

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

1. Официальный интернет-портал Министерства сельского хозяйства РФ (Минсельхоз России). http://www.mcx.gov.ru/
2. Официальный интернет-портал Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Татарстан. http://agro.tatarstan.ru/
3. Электронно-библиотечная система «Лань» https://e.lanbook.com
4. Электронно-библиотечная система «Znanium.com» https://znanium.com

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Основными видами учебных занятий для студентов по данному курсу учебной дисциплины являются: лекции, лабораторные занятия и самостоятельная работа студентов.

Методические указания к лекционным занятиям. В лекциях излагаются основные теоретические сведения, составляющие научную концепцию курса. Для успешного освоения лекционного материала рекомендуется:

- после прослушивания лекции прочитать её в тот же день;
- выделить маркерами основные положения лекции;
- структурировать лекционный материал с помощью заметок на полях в соответствии с примерными вопросами для подготовки.

В процессе лекционного занятия студент должен выделять важные моменты, выводы, основные положения, выделять ключевые слова, термины. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе или сети «Интернет». Если самостоятельно не удаётся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на занятии. Студенту рекомендуется во время лекции участвовать в обсуждении проблемных вопросов, высказывать и аргументировать своё мнение. Это способствует лучшему усвоению материала лекции и облегчает запоминание отдельных выводов. Прослушанный материал лекции студент должен проработать. От того, насколько эффективно это будет сделано, зависит и прочность усвоения знаний. Рекомендуется перечитать текст лекции, выявить основные моменты в каждом вопросе, затем ознакомиться с изложением соответствующей темы в учебниках, проанализировать дополнительную учебно-методическую и научную литературу по теме, расширив и углубив свои знания. В процессе рекомендуется выписывать из изученной литературы и подбирать свои примеры к изложенным на лекции положениям.

Методические рекомендации студентам к практическим занятиям. Важной составной частью учебного процесса в вузе являются практические занятия которые помогают студентам глубже усвоить учебный материал, приобрести практические навыки и навыки творческой работы над учебной, научной литературой, нормативными правовыми документами. Планы практических занятий, их тематика, рекомендуемая литература, цель и задачи ее изучения сообщаются преподавателем на вводных занятиях или в методических указаниях по данной дисциплине.

Методические рекомендации студентам к лабораторным занятиям. При подготовке к лабораторным занятиям рекомендуется следующий порядок действий:

1. Внимательно проанализировать поставленные вопросы, определить объем изложенного материала, который необходимо усвоить.
2. Изучить лекционные материалы, соотнося их с вопросами, вынесенными на обсуждение.
3. Прочитать рекомендованную обязательную и дополнительную литературу, дополняя лекционный материал (желательно делать письменные заметки).
4. Отметить положения, которые требуют уточнения, зафиксировать возникшие вопросы.
5. После усвоения теоретического материала необходимо приступать к выполнению лабораторного задания.

Методические рекомендации студентам к самостоятельной работе. Самостоятельная работа студентов является составной частью их учебной работы и имеет целью закрепление и углубление полученных знаний, умений и навыков, поиск и приобретение новых знаний.

Самостоятельная работа студентов включает в себя освоение теоретического материала на основе лекций, основной и дополнительной литературы; подготовку к лабораторным занятиям в индивидуальном и групповом режиме. Советы по самостоятельной работе с точки зрения использования литературы, времени, глубины проработки темы и др., а также контроль за деятельностью студента осуществляется во время занятий.

Целью преподавателя является стимулирование самостоятельного, углублённого изучения материала курса, хорошо структурированное, последовательное изложение теории на лекциях, отработка навыков решения задач, контроль знаний студентов.

При подготовке к лабораторным занятиям и выполнении контрольных заданий студентам следует использовать литературу из приведенного в данной программе списка, а также руководствоваться указаниями и рекомендациями преподавателя.

Специфика дисциплины определяет необходимость работы с массивом законодательных и нормативных документов, которая по заданию преподавателя может осуществляться в следующих формах:

- Составление опорного конспекта - вид самостоятельной работы студента по созданию краткой информационной структуры, обобщающей и отражающей суть материала изучаемых нормативных документов. Опорный конспект призван выделить главные объекты изучения, дать им краткую характеристику. Используя символы, отразить связь с другими элементами. Основная цель опорного конспекта - облегчить запоминание. В его составлении используются различные базовые понятия, термины, знаки (символы) – опорные сигналы.

- Составление сводной (обобщающей) таблицы по теме – это вид самостоятельной работы студента по систематизации объемной информации, которая сводится (обобщается) в рамке таблицы. Формирование структуры таблицы отражает склонность студента к систематизации материала и отражает его умения по структурированию информации. Такие таблицы создаются как помощь в изучении большого объема информации, желая придать ему оптимальную форму для запоминания.

- Составление схемы, иллюстрации (рисунка) - это более простой способ отображения информации. Целью этой работы является развития умения студентов выделять главные элементы, устанавливать между ними соотношения, отслеживать ход развития, изменения какого-либо процесса, явления, соотношения каких-либо величин и т.д. Второстепенные детали описательного характера опускаются. Рисунки носят чаще схематический характер. В них выделяются и обозначаются общие элементы, их топографические соотношения. Рисунком может быть отображение действия, что способствует наглядности и, соответственно, лучшему запоминанию алгоритма.

Перечень методических указаний по дисциплине:

1. Панков А.О. Лабораторный практикум по моделированию биотехнологических процессов: Учебное пособие. – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2022. - 140 с.
2. Панков А.О. Компьютерное моделирование процессов биотехнологии: курс лекций – Казань: КГАУ, 2022. – 140 с.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Форма проведения занятия, самостоятельной работы	Используемые информационные технологии	Перечень информационных справочных систем	Перечень программного обеспечения
Лекции Лабораторные занятия Практические занятия Самостоятельная работа	Мультимедийные технологии в сочетании с технологией проблемного изложения	Гарант-аэро (информационно-правовое обеспечение)	1. Операционная система Microsoft Windows 7 Enterprise для образовательных организаций. 2. Офисное ПО из состава пакета Microsoft Office Standard 2016 3. LMS Moodle (модульная объектно-ориентированная динамическая среда обучения). Software free General Public License (GPL). 4. «Антиплагиат. ВУЗ». ЗАО «Анти-Плагиат»

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Лекции	№16 Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. 420015, Республика Татарстан, г. Казань, ул. К. Маркса, д.65 Специализированная мебель: набор учебной мебели на 106 посадочных мест; стул преподавательский – 1 шт.; доска меловая – 2 шт.; освещение доски – 2шт.; трибуна – 1шт.; тумба на колесиках для ноутбука – 1 шт.; мультимедиа проектор EPSON – 1 шт.; экран DA-LITE -1 шт.; Ноутбук ASUSK50C- 1 шт. Учебно-наглядные пособия – настенные плакаты – 21 шт.
Лабораторные занятия	№5А Учебная аудиториядля проведения занятий семинарского типа, для групповых и индивидуальных консультаций, для текущего контроля и промежуточной аттестации. 420015, Республика Татарстан, г. Казань, ул. К. Маркса, д.65 Специализированная мебель: набор учебной мебели на 30 посадочных мест; доска – 1 шт., трибуна – 1 шт. Учебно-наглядные пособия: настенные плакаты – 4 шт.
	№10А Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, для групповых и индивидуальных консультаций, для

	текущего контроля и промежуточной аттестации. 420015, Республика Татарстан, г. Казань, ул. К. Маркса, д.65. Специализированная мебель: набор учебной мебели на 15 посадочных мест; доска – 1 шт.
	№12 Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, для групповых и индивидуальных консультаций, для текущего контроля и промежуточной аттестации. 420015, Республика Татарстан, г. Казань, ул. К. Маркса, д.65 Специализированная мебель: набор учебной мебели на 36 посадочных мест; доска интерактивная – 1 шт., доска – 1 шт. Учебно-наглядные пособия: настенные плакаты – 6 шт. 1. Операционная система Microsoft Windows 7 Enterprise (Контракт № 2017.9102 от 14 апреля 2017 г., Контракт № 2018.14104 от 6 апреля 2018 г.) 2. Офисное ПО из состава пакета Microsoft Office Standard 2016 (Контракт № 2016.13823 от 12 апреля 2016 г.) 3. Антивирусное программное обеспечение KasperskyEndpointSecurity для бизнеса (Контракт №41 от 5 сентября 2019 г. (Контракт №68 от 6 августа 2018 г. Контракт №65/20 от 20.07.2017) 4. «Антиплагиат. ВУЗ». ЗАО «Анти-Плагиат» Контракт № 2020.26 от 20 июля 2020 г., Контракт № 2019.10 от 18 июня 2019 г., Контракт № 2018.21318 от 4 мая 2018 г., Контракт № 2017.13364 от 10 мая 2017 г. 5. 1С:ПРЕДПРИЯТИЕ 8.3 (сетевая версия). Договор БИ0306 от 01.07.2011г.
Самостоятельная работа	№ 18 Помещение для самостоятельной работы обучающихся. 420015, Республика Татарстан, г. Казань, ул. К. Маркса, д.65 Компьютерный класс: компьютеры - процессор IntelCeleron E3200 2,4, ОЗУ1 gb, HDD 160gb,-14 шт., Мониторы 19*LG – 14 шт., Ионизатор- 2 шт., ХАБ Dlink 24порта; Принтер HP LG м 1005 – 1 шт., стол для преподавателя – 1 шт., стул для преподавателя- 1 шт., столы для студентов- 14 шт.. стулья для студентов- 14шт., шкаф-1 шт., зеркало-1 шт.
	№ 20 Помещение для самостоятельной работы обучающихся. 420015, Республика Татарстан, г. Казань, ул. К. Маркса, д.65 Компьютерный класс: компьютеры - процессор IntelCeleron, ОЗУ 500mb, HDD 80gb – 29 шт., Мониторы 17*Dell – 7 шт., Мониторы 17* Asus – 20 шт., Ионизатор – 2 шт., доска-1шт., столы для преподавателей- 4шт.,стулья для преподавателей -4 шт., столы для студентов- 28 шт., стулья для студентов- 28 шт., скамейка-1 шт., кондиционер-1шт