

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 5

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

проф., д.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

Н.А. Жильникова

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«24» июня 2024 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Моделирование природно-технических систем»  
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	20.03.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Техносферная безопасность
Наименование направленности	Инжиниринг и цифровизация систем обеспечения безопасности техносферы
Форма обучения	очная
Год приема	2024

Санкт-Петербург– 2024г.

## Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

старший преподаватель  
(должность, уч. степень, звание)



24.06.2024

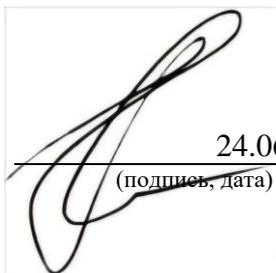
(подпись, дата)

А.А. Березина  
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 5  
«24» июня 2024 г, протокол № 02-06/2024

Заведующий кафедрой № 5

Д.Т.Н., доц.  
(уч. степень, звание)



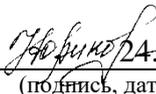
24.06.2024

(подпись, дата)

Е.А. Фролова  
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института ФПТИ по методической работе

доц., к.ф.-м.н., доц  
(должность, уч. степень, звание)



24.06.2024

(подпись, дата)

Ю.А. Новикова  
(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Моделирование природно-технических систем» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 20.03.01 «Техносферная безопасность» направленности «Инжиниринг и цифровизация систем обеспечения безопасности техносферы». Дисциплина реализуется кафедрой «№5».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-2 «Способен проводить экологический анализ, предусматривающий расширение и реконструкцию действующих производств, а также создаваемых новых технологий и оборудования, с использованием информационных технологий и цифровых средств»

ПК-5 «Способен принимать участие в инженерных разработках проектов экологической и техносферной безопасности производства, сооружений очистки сточных вод и обработки осадков»

ПК-6 «Способен принимать участие в подготовке проектной документации в форме информационной модели объекта капитального строительства в области сооружений очистки сточных вод и обработки осадков»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с построением математических моделей природных и антропогенных систем и методами их решения.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа обучающегося.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский».

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Основными целями изучения дисциплины являются выработка и углубление представлений о подходах к изучению элементов живой и неживой природы методом моделирования, освоение основ системного анализа, гипотетико-дедуктивной методологии и основ кибернетики, освоение базовых понятий о принципах моделирования природных и технических систем, изучение классических моделей в экологии, предоставление возможности студентам развить навыки в области применения методов системного анализа и моделирования для изучения природных и технических систем с целью обеспечения их безопасности.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции	ПК-2 Способен проводить экологический анализ, предусматривающий расширение и реконструкцию действующих производств, а также создаваемых новых технологий и оборудования, с использованием информационных технологий и цифровых средств	ПК-2.3.1 знать методики расчета оценки воздействия на окружающую среду планируемой деятельности и соответствующее программное обеспечение ПК-2.У.2 уметь выявлять в технологической цепочке процессы, операции и оборудование, оказывающие основное влияние на степень негативного воздействия организации на окружающую среду
Профессиональные компетенции	ПК-5 Способен принимать участие в инженерных разработках проектов экологической и техносферной безопасности производства, сооружений очистки сточных вод и обработки осадков	ПК-5.В.2 владеть навыками передачи исходных данных в сводную цифровую модель объекта капитального строительства
Профессиональные компетенции	ПК-6 Способен принимать участие в подготовке	ПК-6.3.1 знать цели, задачи и принципы информационного моделирования в области техносферной безопасности, методики

	<p>проектной документации в форме информационной модели объекта капитального строительства в области сооружений очистки сточных вод и обработки осадков</p>	<p>создания компонентов информационных моделей объектов капитального строительства  ПК-6.3.2 знать правила и стандарты системы контроля качества, требования охраны труда и пожарной безопасности в организации  ПК-6.У.1 уметь использовать технологии информационного моделирования при решении специализированных задач на этапе жизненного цикла объекта капитального строительства  ПК-6.У.2 уметь выбирать необходимые компоненты для создания информационных моделей в области сооружений очистки сточных вод и обработки осадков в качестве компонента единых информационных моделей объектов капитального строительства  ПК-6.В.1 владеть навыками сбора исходных данных для формирования информационной модели объекта капитального строительства в области сооружений очистки сточных вод и обработки осадков</p>
--	---	--

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- «Экологические модели организации природопользования»;
- «Статистические методы в управлении сложными техническими системами»;
- «Моделирование производственных и технологических систем».

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при изучении других дисциплин:

- «Производственная преддипломная практика».

## 3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№8
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	3/ 108	3/ 108
<b>Из них часов практической подготовки</b>	10	10
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	20	20
в том числе:		
лекции (Л), (час)	10	10
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		

лабораторные работы (ЛР), (час)	10	10
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	27	27
<b>Самостоятельная работа</b> , всего (час)	61	61
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз.	Экз.

Примечание: \*\* кандидатский экзамен

#### 4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.  
Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 8					
Раздел 1. Основы моделирования					
Тема 1.1 Классификация моделей	1				10
Тема 1.2 Основы системного анализа	1				11
Раздел 2. Моделирование в экологии					
Тема 2.1. Концептуальные и методологические основы построения экологических моделей	2		3		10
Тема 2.2. Базовые модели популяционной динамики	2		3		10
Раздел 3. Моделирование в природно-технических системах					
Тема 3.1 Балансовые модели загрязняющих веществ	2		2		10
Тема 3.2. Эмпирические модели переноса загрязняющих веществ	2		2		10
Итого в семестре:	10		10		61
Итого	10	0	10	0	61

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
<b>Раздел 1</b>	<p><b>Раздел 1- основы моделирования</b>  <b>Тема 1.1 Классификация моделей</b>  Простейшая классификация. Структурная классификация моделей. Логические, физические, математические, имитационные, схематехнические модели. Достоинства и недостатки различных способов моделирования. Идеализация моделей. Основные характеристики моделей. Функции моделей. Основные опасности моделирования.</p>

	<p><b>Тема 1.2 Основы системного анализа</b> Выделение систем в природе. Принцип абстрагирования. Гипотетикодедуктивная методология. Элементы систем. Переменные в системах: входные, выходные, возмущающие, переменные состояния. Границы систем. Прямые и обратные связи в системах. Положительная и отрицательная обратная связь. Детерминированные и стохастические функции описания переменных в системах. Изолированные, открытые и замкнутые системы. Управление в экосистемах. Регулирование в экосистемах. Иерархическая структура экосистем. Уровни иерархии.</p>
<b>Раздел 2</b>	<p><b>Раздел 2. Моделирование в экологии</b> <b>Тема 2.1 Концептуальные и методологические основы построения экологических моделей</b> Этапы и элементы экологического моделирования. Элементы теории подобия в моделировании. Экосистема как объект моделирования. Общесистемный подход к моделированию сложных систем. Структурные компоненты описания экосистем.</p> <p><b>Тема 2.2. Базовые модели популяционной динамики</b> Понятие популяции. Свойства и параметры популяции. Простейшие модели численности популяций в демэкологии. Типы роста популяции. Режимы эксплуатации популяции и их учет в моделировании. Модели сообществ. Гипотезы Вольтерра. Допущения модели Вольтерра. Парные взаимодействия видов в экосистемах. Матрица взаимодействий видов в экосистеме. Уравнения модели Вольтерра. Использование модели Вольтерра. Модели экологических сообществ: Моделирование лимитирования в экологии. Закон толерантности и функции отклика. Модели развития эпидемии. Глобальные модели: Модели Римского клуба. Работы и прогнозы Римского клуба. Моделирование потребления ресурсов.</p>
<b>Раздел 3</b>	<p><b>Раздел 3- Моделирование в природно-технических системах.</b> <b>Тема 3.1 Балансовые модели загрязняющих веществ</b> Основы построения балансовых уравнений. Неизвестные балансовых уравнений. Этапы построения балансовых уравнений загрязняющих веществ.</p> <p><b>Тема 3.2. Импирические модели переноса загрязняющих веществ</b> Основные математические зависимости расчета нормативов допустимых сбросов в водотоках, водоемах и морях. Расчет нормативов допустимых выбросов</p>

#### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки,	№ раздела дисцип
-------	---------------------------	----------------------------	---------------------	---------------------------------	------------------

				(час)	лины
Учебным планом не предусмотрено					
Всего					

#### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 8				
1	Моделирование динамики популяций по линейной модели «хищник-жертва»	2	2	2
2	Моделирование динамики популяций по не линейной модели «хищник-жертва»	2	2	2
3	Моделирование развития эпидемии в природно-технической системе	2	2	2
4	Моделирование допустимой нагрузки для водоемов	2	2	3
5	Моделирование допустимой нагрузки для водотоков	2	2	3
Всего		10	10	

#### 4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено

#### 4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 8, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	21	21
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	20	20
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	20	20
Всего:	61	61

#### 5. Перечень учебно-методического обеспечения

для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

#### 6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
<a href="https://znanium.com/catalog/product/1819599">https://znanium.com/catalog/product/1819599</a>	Пискажова, Т. В. Математическое моделирование объектов и систем управления : учебное пособие / Т. В. Пискажова, Т. В. Донцова, Г. Б. Даныкина. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2020. - 230 с. - ISBN 978-5-7638-4184-8. - Текст : электронный.	
<a href="https://znanium.com/catalog/product/1831624">https://znanium.com/catalog/product/1831624</a>	Астраханцева, И. А. Моделирование систем : учебное пособие / И. А. Астраханцева, С. П. Бобков. — Москва : ИНФРА-М, 2023. — 216 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/1831624. - ISBN 978-5-16-017220-0. - Текст : электронный.	
<a href="https://e.lanbook.com/book/331880">https://e.lanbook.com/book/331880</a>	Масина, О. Н. Основы методологии научных исследований в области моделирования сложных управляемых систем : учебное пособие / О. Н. Масина, А. А. Петров, О. В. Дружинина. — Елец : ЕГУ им. И.А. Бунина, 2022. — 86 с. — ISBN 978-5-00151-294-3. — Текст : электронный	

#### 7. Перечень электронных образовательных ресурсов

информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
<a href="http://www.opengost.ru/">http://www.opengost.ru/</a>	Портал нормативных документов
<a href="http://science.guap.ru/">http://science.guap.ru/</a>	Портал научной и инновационной деятельности ГУАП

#### 8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	MS Office 2010-2013 и MS Windows

8.2. Перечень информационно-справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Научно-практический портал «Экология производства»

## 9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Мультимедийная лекционная аудитория	

## 10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену; Тесты.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «зачтено»	– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.
«хорошо» «зачтено»	– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения;

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>– допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>– испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;</li> <li>– слабо аргументирует научные положения;</li> <li>– затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>– частично владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся не усвоил значительной части программного материала;</li> <li>– допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;</li> <li>– испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>– не может аргументировать научные положения;</li> <li>– не формулирует выводов и обобщений.</li> </ul>

### 10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
1	Перечислите основные принципы лежат в основе моделирования природно-технических систем.	ПК-2.3.1
2	Назовите методы математического моделирования используются для анализа природно-технических систем	ПК-2.3.1
3	Перечислите методы моделирования, которые широко применяются при исследовании природно-технических систем.	ПК-2.3.1
4	Поясните, в чем суть предмета и задачи теории систем.	ПК-2.У.2
5	Сформулируйте понятие природно-технических систем	ПК-2.У.2
6	Опишите роль математического и компьютерного моделирования в изучении взаимодействия природы и техники	ПК-2.У.2
7	Постройте динамические модели, динамику популяций, нелинейную модель двух популяций.	ПК-5.В.2
8	Перечислите основные принципы моделирования	ПК-5.В.2
9	Перечислите типы моделей, используемых для моделирования природно-технических систем, в зависимости от степени их детализации.	ПК-5.В.2
10	Перечислите особенности, которые следует учитывать при моделировании сложных природно-технических систем	ПК-6.3.1
11	Назовите цели, задачи и особенности моделирования в экологии	ПК-6.3.1
12	Назовите, как оценивается точность и достоверность результатов моделирования природно-технических систем	ПК-6.3.1
13	Сформулируйте, какое значение имеет внедрение результатов моделирования природно-технических систем в реальные процессы и технические систем	ПК-6.3.1

14	Представьте классификацию задач и методов моделирования	ПК-6.3.2
15	Опишите динамические модели. Приведите пример модели развития эпидемии.	ПК-6.3.2
16	Дайте определение, что понимается под природно-технической системой и каковы ее основные элементы.	ПК-6.3.2
17	Сформулируйте, как результаты моделирования влияют на принятие решений в сфере управления природными ресурсами	ПК-6.3.2
18	Охарактеризуйте стохастические модели. Приведите примеры методов оценки случайных популяций.	ПК-6.У.1
19	Опишите аналитические и имитационные модели в экологии. Представьте их особенности	ПК-6.У.1
20	Опишите, в чем заключается отличие статического моделирования от динамического моделирования природно-технических систем	ПК-6.У.1
21	Опишите процесс многокритериальной оптимизации методом линейной свертки	ПК-6.У.2
22	Представьте требования к математическим моделям	ПК-6.У.2
23	Охарактеризуйте системный анализ. Представьте основные этапы системного анализа	ПК-6.У.2
24	Опишите методы верификации и валидации моделей природно-технических систем	ПК-6.У.2
25	Опишите, как учитывается неопределенность и риски при построении моделей природно-технических систем	ПК-6.У.2
26	Предложите физические модели. Практическое применение при моделировании русловых процессов.	ПК-6.В.1
27	Объясните методологические основы моделирования. Сравнительный анализ математических методов в экологии.	ПК-6.В.1
28	Составьте план решение задач оптимизации в MS Excel	ПК-6.В.1
29	Обозначьте критерии, которые могут быть использованы для оценки качества моделей природно-технических систем	ПК-6.В.1
30	Охарактеризуйте роль моделирования природно-технических систем в разработке устойчивых технологий и решений	ПК-6.В.1

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора

1	<p>Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.          Определите, каким понятием удобно оперировать вероятностное описание экологических процессов и явлений, обладающих многовариантностью исходов.          А. событие          Б. числовая характеристика          В. случайная величина          Г. временной ряд</p>	ПК-2.3.1																		
2	<p>Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов.          Определите цель моделирования природно-технических систем.          А) Изучение физических процессов в системах          Б) Предсказание поведения системы          В) Оптимизация работы системы          Г) Анализ воздействия изменений на окружающую среду.</p>	ПК-2.3.1																		
3	<p>Прочитайте текст и установите соответствие.          Различные виды моделирования соответствуют различным явлениям. Укажите, какие виды моделирования соответствуют описанным явлениям. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце.</p> <table border="1" data-bbox="349 925 1294 1339"> <thead> <tr> <th data-bbox="349 925 820 965">Явление</th> <th data-bbox="820 925 1294 965">Виды моделирования</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="349 965 820 1077">А. Моделирование траектории движения планеты вокруг Солнца</td> <td data-bbox="820 965 1294 1077">1. Моделирование экологических систем</td> </tr> <tr> <td data-bbox="349 1077 820 1151">Б. Моделирование технологических процессов</td> <td data-bbox="820 1077 1294 1151">2. Моделирование астрономических систем</td> </tr> <tr> <td data-bbox="349 1151 820 1263">В. Моделирование изменения погодных условий в определенном регионе</td> <td data-bbox="820 1151 1294 1263">3. Моделирование технологических процессов</td> </tr> <tr> <td data-bbox="349 1263 820 1339">Г. Моделирование работы электростанции</td> <td data-bbox="820 1263 1294 1339">4. Моделирование физических явлений</td> </tr> </tbody> </table> <p>Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:</p> <table border="1" data-bbox="349 1413 1294 1487"> <thead> <tr> <th data-bbox="349 1413 587 1453">А</th> <th data-bbox="587 1413 820 1453">Б</th> <th data-bbox="820 1413 1054 1453">В</th> <th data-bbox="1054 1413 1294 1453">Г</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="349 1453 587 1487"></td> <td data-bbox="587 1453 820 1487"></td> <td data-bbox="820 1453 1054 1487"></td> <td data-bbox="1054 1453 1294 1487"></td> </tr> </tbody> </table>	Явление	Виды моделирования	А. Моделирование траектории движения планеты вокруг Солнца	1. Моделирование экологических систем	Б. Моделирование технологических процессов	2. Моделирование астрономических систем	В. Моделирование изменения погодных условий в определенном регионе	3. Моделирование технологических процессов	Г. Моделирование работы электростанции	4. Моделирование физических явлений	А	Б	В	Г					ПК-2.3.1
Явление	Виды моделирования																			
А. Моделирование траектории движения планеты вокруг Солнца	1. Моделирование экологических систем																			
Б. Моделирование технологических процессов	2. Моделирование астрономических систем																			
В. Моделирование изменения погодных условий в определенном регионе	3. Моделирование технологических процессов																			
Г. Моделирование работы электростанции	4. Моделирование физических явлений																			
А	Б	В	Г																	
4	<p>Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо.          Выберите программные средства, которые используются для компьютерного моделирования природно-технических систем          а) MATLAB          б) Simulink          в) ANSYS          г) SolidWorks</p>	ПК-2.3.1																		
5	<p>Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ.          Сформулируйте, как взаимодействие между различными компонентами системы влияет на процесс моделирования.</p>	ПК-2.3.1																		
6	<p>Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.          Определите, какой из методов не относится к методам оптимизации целевой функции          А. метод скользящей средней</p>	ПК-2.У.2																		

	<p>Б. графический метод  В. метод множителей Лагранжа  Г. метод дифференцирования  Д. симплекс метод</p>																			
7	<p>Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов.  Определите основные типы моделей, используемые при моделировании природно-технических систем  А) Физические модели  Б) Математические модели  В) Компьютерные модели  Г) Статистические модели</p>	ПК-2.У.2																		
8	<p>Прочитайте текст и установите соответствие.  Сопоставьте каждый термин с соответствующим определением. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Термин</th> <th style="text-align: center;">Определение</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>А. Оптимизация и оптимальное управление</td> <td>1. Моделирование сложных систем с использованием математических методов и вычислительных экспериментов</td> </tr> <tr> <td>Б. Математическое моделирование</td> <td>2. Анализ данных с помощью статистических методов и построение математических моделей на основе этих данных</td> </tr> <tr> <td>В. Статистические методы анализа данных</td> <td>3. Поиск оптимальных решений для задач управления и оптимизации</td> </tr> <tr> <td>Г. Программное обеспечение и аппаратное обеспечение</td> <td>4. Разработка алгоритмов и структур данных для эффективной обработки и хранения информации</td> </tr> </tbody> </table> <p>Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">А</th> <th style="text-align: center;">Б</th> <th style="text-align: center;">В</th> <th style="text-align: center;">Г</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="height: 20px;"></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Термин	Определение	А. Оптимизация и оптимальное управление	1. Моделирование сложных систем с использованием математических методов и вычислительных экспериментов	Б. Математическое моделирование	2. Анализ данных с помощью статистических методов и построение математических моделей на основе этих данных	В. Статистические методы анализа данных	3. Поиск оптимальных решений для задач управления и оптимизации	Г. Программное обеспечение и аппаратное обеспечение	4. Разработка алгоритмов и структур данных для эффективной обработки и хранения информации	А	Б	В	Г					ПК-2.У.2
Термин	Определение																			
А. Оптимизация и оптимальное управление	1. Моделирование сложных систем с использованием математических методов и вычислительных экспериментов																			
Б. Математическое моделирование	2. Анализ данных с помощью статистических методов и построение математических моделей на основе этих данных																			
В. Статистические методы анализа данных	3. Поиск оптимальных решений для задач управления и оптимизации																			
Г. Программное обеспечение и аппаратное обеспечение	4. Разработка алгоритмов и структур данных для эффективной обработки и хранения информации																			
А	Б	В	Г																	
9	<p>Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо.  Определите последовательность действий при имитационном моделировании  А) Определение целей моделирования  Б) Проверка и анализ результатов  В) Сбор данных  Г) Построение модели</p>	ПК-2.У.2																		
10	<p>Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ.  Перечислите преимущества компьютерного моделирования при исследовании природно-технических систем.</p>	ПК-2.У.2																		
11	<p>Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.  Обозначьте, по каким пунктам нельзя охарактеризовать корреляционную связь между явлениями</p>	ПК-5.В.2																		

	<p>А. прямая или обратная  Б. парная или множественная  В. линейная или нелинейная  Г. непрерывная или дискретная  Д. сильная или слабая</p>																			
12	<p>Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов.  Определите, какие методы используются при построении моделей природно-технических систем  А) Аналитические методы  Б) Экспериментальные методы  В) Статистические методы  Г) Компьютерные методы, включая методы компьютерного моделирования и симуляции</p>	ПК-5.В.2																		
13	<p>Прочитайте текст и установите соответствие.  Установите, какие методы моделирования соответствуют заданным предназначениям. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">Метод моделирования</th> <th style="width: 50%;">Предназначение</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>А. Метод Монте-Карло</td> <td>1. Математическое описание движения жидкостей и газов</td> </tr> <tr> <td>Б. Алгоритмы генетического поиска</td> <td>2. Моделирование статистического поведения молекул</td> </tr> <tr> <td>В. Симуляция молекулярной динамики</td> <td>3. Численная аппроксимация и анализ процессов</td> </tr> <tr> <td>Г. Уравнения Навье-Стокса</td> <td>4. Численный метод оптимизации функций</td> </tr> </tbody> </table> <p>Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;">А</th> <th style="width: 25%;">Б</th> <th style="width: 25%;">В</th> <th style="width: 25%;">Г</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="height: 20px;"></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Метод моделирования	Предназначение	А. Метод Монте-Карло	1. Математическое описание движения жидкостей и газов	Б. Алгоритмы генетического поиска	2. Моделирование статистического поведения молекул	В. Симуляция молекулярной динамики	3. Численная аппроксимация и анализ процессов	Г. Уравнения Навье-Стокса	4. Численный метод оптимизации функций	А	Б	В	Г					ПК-5.В.2
Метод моделирования	Предназначение																			
А. Метод Монте-Карло	1. Математическое описание движения жидкостей и газов																			
Б. Алгоритмы генетического поиска	2. Моделирование статистического поведения молекул																			
В. Симуляция молекулярной динамики	3. Численная аппроксимация и анализ процессов																			
Г. Уравнения Навье-Стокса	4. Численный метод оптимизации функций																			
А	Б	В	Г																	
14	<p>Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо.  Представьте последовательность действий при распределении ошибок:  А) Определение вероятности ошибки  Б) Анализ результатов  В) Построение модели  Г) Использование модели</p>	ПК-5.В.2																		
15	<p>Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ.  Опишите методы моделирования, используемые для анализа природно-технических систем</p>	ПК-5.В.2																		
16	<p>Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа. Определите, в чем состоит задача линейного программирования  А. сглаживание данных и фильтрация  Б. выявление линейного тренда  В. определение вида закона распределения  Г. нахождение экстремумов функций</p>	ПК-6.3.1																		
17	<p>Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов.</p>	ПК-6.3.2																		

	<p>Укажите, какие факторы нужно учитывать при построении модели природно-технической системы.</p> <p>А) Физические свойства системы  Б) Внешние воздействия на систему  В) Временные изменения в системе  Г) Взаимосвязи между различными компонентами системы</p>																			
18	<p>Прочитайте текст и установите соответствие. Сопоставьте следующие определения с соответствующими видами прогнозирования. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Виды прогнозирования</th> <th>Определение</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>А. Линейная регрессия</td> <td>1. Моделирование случайных событий</td> </tr> <tr> <td>Б. ARIMA модель</td> <td>2. Прогнозирование временных рядов</td> </tr> <tr> <td>В. Дискретное событийное моделирование</td> <td>3. Поиск оптимальных решений с помощью эволюционных алгоритмов</td> </tr> <tr> <td>Г. Методы численной оптимизации</td> <td>4. Анализ зависимостей между переменными</td> </tr> </tbody> </table> <p>Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>А</th> <th>Б</th> <th>В</th> <th>Г</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Виды прогнозирования	Определение	А. Линейная регрессия	1. Моделирование случайных событий	Б. ARIMA модель	2. Прогнозирование временных рядов	В. Дискретное событийное моделирование	3. Поиск оптимальных решений с помощью эволюционных алгоритмов	Г. Методы численной оптимизации	4. Анализ зависимостей между переменными	А	Б	В	Г					ПК-6.У.1
Виды прогнозирования	Определение																			
А. Линейная регрессия	1. Моделирование случайных событий																			
Б. ARIMA модель	2. Прогнозирование временных рядов																			
В. Дискретное событийное моделирование	3. Поиск оптимальных решений с помощью эволюционных алгоритмов																			
Г. Методы численной оптимизации	4. Анализ зависимостей между переменными																			
А	Б	В	Г																	
19	<p>Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо. Перечислите, какие программные средства можно использовать для моделирования.</p> <p>А) MATLAB, Simulink, AnyLogic  Б) только MATLAB  В) только Simulink  Г) только AnyLogic</p>	ПК-6.У.2																		
20	<p>Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. Опишите, как временные изменения влияют на моделирование систем</p>	ПК-6.В.1																		

**Примечание: Система оценивания тестовых заданий:**

1 тип) Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора считается верным, если правильно указана цифра и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответа. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.

2 тип) Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора считается верным, если правильно указаны цифры и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответов. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

3 тип) Задание закрытого типа на установление соответствия считается верным, если установлены все соответствия (позиции из одного столбца верно сопоставлены с позициями другого столбца). Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов

4 тип) Задание закрытого типа на установление последовательности считается верным, если правильно указана вся последовательность цифр. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

5 тип) Задание открытого типа с развернутым ответом считается верным, если ответ совпадает с эталонным по содержанию и полноте. Правильный ответ за задание оценивается в 3 балла, если допущена одна ошибка \ неточность \ ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более 1 ошибки \ ответ неправильный \ ответ отсутствует – 0 баллов.

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

## **11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

### **11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала**

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

#### Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

#### Структура предоставления лекционного материала:

– лекции согласно разделам (табл.3) и темам (табл.4)

### **11.2. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ**

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

#### Задание и требования к проведению лабораторных работ

Задание к выполнению лабораторной работы выдается преподавателем в начале занятия в соответствии с планом занятий. Темы лабораторных работ приведены в табл. 6 данной программы.

Выполнение лабораторной работы состоит из трех этапов:

- аналитического;
- расчетно-графического;
- контрольного в виде защиты отчета.

#### Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчет о лабораторной работе должен содержать: титульный лист, основную часть, выводы по результатам исследований.

На титульном листе должны быть указаны: название дисциплины, название лабораторной работы, фамилия и инициалы преподавателя, фамилия и инициалы студента, номер его учебной группы и дата защиты работы.

Основная часть должна содержать задание, результаты экспериментально-практической работы, расчетно-аналитические материалы, листинг кода/скрин экрана.

Выводы по проделанной работе должны содержать основные результаты по работе.

#### Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Титульный лист отчета должен соответствовать шаблону, приведенному в секторе нормативной документации ГУАП <https://guap.ru/regdocs/docs/uch>

Оформление основной части отчета должно быть оформлено в соответствии с ГОСТ 7.32-2017. Требования приведены в секторе нормативной документации ГУАП <https://guap.ru/regdocs/docs/uch>

При формировании списка источников студентам необходимо руководствоваться требованиями стандарта ГОСТ 7.0.100-2018. Примеры оформления списка источников приведены в секторе нормативной документации ГУАП. <https://guap.ru/regdocs/docs/uch>

### **11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы**

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине.

#### **11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.**

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

В течение семестра студенты:

- защищают лабораторные работы (5 шт);
- выполняют тестирования по материалам лекции в среде LMS, тестовые вопросы

приведены в таблице 18.

Текущий контроль успеваемости осуществляется для проверки хода и качества усвоения учебного материала, стимулирования учебной деятельности обучающихся, совершенствования методики проведения занятий и проводится в ходе всех видов занятий в форме, предусмотренной тематическим планом или избранной преподавателем. Результаты текущего контроля успеваемости отражаются в журнале учета учебных занятий. Видами текущего контроля являются тестирование. Тестирование осуществляется с целью систематической проверки достижения обучающимися обязательных результатов обучения по дисциплине – минимума, который необходим для дальнейшего обучения, выполнения программных требований к уровню подготовки обучающихся.

Тестирование проводится по завершению изучения отдельных наиболее сложных и объемных тем, разделов учебной дисциплины. Результаты текущего контроля учитываются при выставлении оценки во время промежуточной аттестации.

#### **11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.**

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

– экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Подготовка студентов к экзамену включает:

- Самостоятельную работу в течение семестра.
- Непосредственную подготовку в дни, предшествующие экзамену.
- Подготовку к ответам на вопросы, содержащиеся в тесте, приведенные в таблице

18, и вопросы к экзамену, приведенные в таблице 15.

В течение семестра студенту необходимо сдать не менее 50% лабораторных работ. В случае невыполнении вышеизложенного, студент, при успешном прохождении

промежуточной аттестации в форме экзамена, не может получить аттестационную оценку выше "хорошо".

Система оценок при проведении текущего контроля и промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с руководящим документом организации РДО ГУАП. СМК 3.76 «Положение о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов и аспирантов, обучающихся по образовательным программам высшего образования в ГУАП» [https://docs.guap.ru/guap/2020/sto\\_smk-3-76.pdf](https://docs.guap.ru/guap/2020/sto_smk-3-76.pdf).

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой