

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)

«10» февраля 2025 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	2025

Санкт-Петербург– 2025

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

Ст. преп.

(должность, уч. степень, звание)

(подпись, дата 10.02.2025)

А.А. Березина

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 5

«__» ____ 20__ г, протокол № ____

Заведующий кафедрой № 5

д.т.н., доц.

(уч. степень, звание)

(подпись, дата 10.02.2025)

Е.А. Фролова

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института ФПТИ по методической работе

доц., к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)

(подпись, дата 10.02.2025)

Н.Ю. Ефремов

(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.

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

	проектной документации в форме информационной модели объекта капитального строительства в области сооружений очистки сточных вод и обработки осадков	создания компонентов информационных моделей объектов капитального строительства 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
--	--	--

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 могут использоваться 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
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	3/ 108	3/ 108
Из них часов практической подготовки	10	10
Аудиторные занятия, всего час.	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

Самостоятельная работа , всего (час)	61	61
Вид промежуточной аттестации: 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
Раздел 1	<p>Раздел 1- основы моделирования</p> <p>Тема 1.1 Классификация моделей 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>Тема 1.2 Основы системного анализа Выделение систем в природе. Принцип абстрагирования. Гипотетикодедуктивная методология. Элементы систем.</p>

	<p>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>
Раздел 2	<p>Раздел 2. Моделирование в экологии</p> <p>Тема 2.1 Концептуальные и методологические основы построения экологических моделей</p> <p>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>Тема 2.2. Базовые модели популяционной динамики</p> <p>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>
Раздел 3	<p>Раздел 3- Моделирование в природно-технических системах.</p> <p>Тема 3.1 Балансовые модели загрязняющих веществ</p> <p>Основы построения балансовых уравнений. Известные балансовых уравнений. Этапы построения балансовых уравнений загрязняющих веществ.</p> <p>Тема 3.2. Эмпирические модели переноса загрязняющих веществ</p> <p>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, (час)	№ раздела дисциплины
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)
https://e.lanbook.com/book/331880	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	
https://znanium.com/catalog/product/1831624	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.	
https://znanium.ru/catalog/product/2171843	Гривко Е. В. Экология природно-техногенных систем : учебное пособие / Е. В. Гривко, А. А. Шайхутдинова, М. Ю. Глуховская. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2024. - 256 с. - ISBN 978-5-9729-2038-9. - Текст : электронный.	
https://znanium.ru/catalog/product/2082910	Тарасик В. П. Математическое моделирование технических систем : учебник / В.П. Тарасик. — Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2024. — 592 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-011996-0. - Текст : электронный.	
https://znanium.ru/catalog/product/2049708	Булгакова И.Н. Модели и методы системного анализа в исследовании операций : учебник / И.Н. Булгакова, Ю.В. Вертакова, О.А. Медведева [и др.]. — Москва : ИНФРА-М, 2025. — 347 с. — (Высшее образование). — DOI 10.12737/2049708. - ISBN 978-5-16-018709-9. - 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
http://www.opengost.ru/	Портал нормативных документов
http://science.guap.ru/	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
1	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
1	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	14-03

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	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – 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.

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

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	Сформулируйте 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	Опишите порядок оценки точности и достоверности результатов моделирования природно-технических систем	ПК-6.3.1

13	Обоснуйте значение внедрения 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 понятию «природно-техническая система». Перечислите ее основные элементы.	ПК-6.3.2
17	Опишите влияние результатов моделирования 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	Определите 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. Определите методы практического применения моделирования русловых процессов.	ПК-6.В.1
27	Объясните методологические основы моделирования. Проанализируйте один из 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	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	ПК-2.3.1																		
2	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.	ПК-2.3.1																		
3	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. <table><tr><th>Явление</th><th>Виды моделирования</th></tr><tr><td>А. Моделирование траектории движения планеты вокруг Солнца</td><td>1. Моделирование экологических систем</td></tr><tr><td>Б. Моделирование технологических процессов</td><td>2. Моделирование астрономических систем</td></tr><tr><td>В. Моделирование изменения погодных условий в определенном регионе</td><td>3. Моделирование технологических процессов</td></tr><tr><td>Г. Моделирование работы электростанции</td><td>4. Моделирование физических явлений</td></tr></table> Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами: <table><tr><th>А</th><th>Б</th><th>В</th><th>Г</th></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></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	Прочитайте текст и установите последовательность используемых программных средств в порядке приоритета. Выберите программные средства, которые используются для компьютерного моделирования природно-технических систем. А) MATLAB Б) Simulink В) ANSYS Г) SolidWorks Запишите соответствующую последовательность букв слева направо.	ПК-2.3.1																		
5	Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. Объясните суть взаимодействия между различными компонентами системы и процессом моделирования.	ПК-2.3.1																		
6	Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите	ПК-2.У.2																		

	аргументы, обосновывающие выбор ответа. Определите, какой из методов не относится к методам оптимизации целевой функции А) метод скользящей средней Б) графический метод В) метод множителей Лагранжа Г) метод дифференцирования Д) симплекс метод																			
7	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	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><tr><th>Термин</th><th>Определение</th></tr><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></table> <p>Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:</p> <table><tr><td>А</td><td>Б</td><td>В</td><td>Г</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></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	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	ПК-2.У.2																		
10	Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. Перечислите преимущества компьютерного моделирования при	ПК-2.У.2																		

	исследовании природно-технических систем.																			
11	Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа. Выберите пункты, по которым нельзя охарактеризовать корреляционную связь между явлениями А) прямая или обратная Б) парная или множественная В) линейная или нелинейная Г) непрерывная или дискретная Д) сильная или слабая	ПК-5.В.2																		
12	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	ПК-5.В.2																		
13	<div>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.</div> <table><tr><th>Метод моделирования</th><th>Предназначение</th></tr><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></table> <div>Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:</div> <table><tr><td>А</td><td>Б</td><td>В</td><td>Г</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></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	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	ПК-5.В.2																		
15	Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. Опишите методы моделирования, используемые для анализа природно-технических систем.	ПК-5.В.2																		
16	Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа. Определите, в чем состоит задача линейного программирования	ПК-6.3.1																		

	А) сглаживание данных и фильтрация Б) выявление линейного тренда В) определение вида закона распределения Г) нахождение экстремумов функций																			
17	Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов. Укажите, какие факторы нужно учитывать при построении модели природно-технической системы. А) Физические свойства системы Б) Внешние воздействия на систему В) Временные изменения в системе Г) Взаимосвязи между различными компонентами системы	ПК-6.3.2																		
18	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. <table><tr><th>Виды прогнозирования</th><th>Определение</th></tr><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></table> Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами: <table><tr><td>А</td><td>Б</td><td>В</td><td>Г</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></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	Прочитайте текст и установите последовательность букв, которая соответствует программным средствам, которые можно использовать для моделирования. Перечислите программные средства, используемые для моделирования в порядке приоритета. А) MATLAB, Simulink, AnyLogic Б) только MATLAB В) только Simulink Г) только AnyLogic Запишите соответствующую последовательность букв слева направо.	ПК-6.У.2																		
20	Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. Опишите суть влияния временных изменений на моделирование систем.	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 невыполнения 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/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