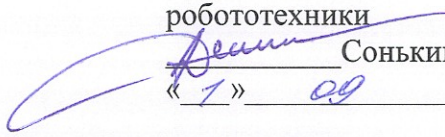


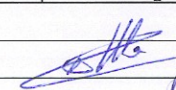
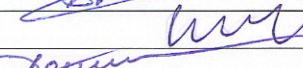
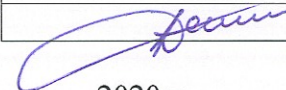
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор Школы  
Информационных технологий и  
робототехники

 Сонькин Д.М.  
« 1 » 09 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРИЕМ 2020 г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная**

| Компьютерная графика                                 |                                              |         |   |
|------------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------|---|
| Направление подготовки/специальность                 | 01.03.02 Прикладная математика и информатика |         |   |
| Образовательная программа (направленность (профиль)) | Прикладная математика в инженерии            |         |   |
| Специализация                                        | Прикладная математика в инженерии            |         |   |
| Уровень образования                                  | высшее образование - бакалавриат             |         |   |
| Курс                                                 | 4                                            | семестр | 7 |
| Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)          | 3                                            |         |   |
| Виды учебной деятельности                            | Временной ресурс                             |         |   |
| Контактная (аудиторная) работа, ч                    | Лекции                                       | 16      |   |
|                                                      | Практические занятия                         | -       |   |
|                                                      | Лабораторные занятия                         | 32      |   |
|                                                      | ВСЕГО                                        | 48      |   |
| Самостоятельная работа, ч                            |                                              | 60      |   |
| ИТОГО, ч                                             |                                              | 108     |   |

| Вид промежуточной аттестации | Зачет                                                                                | Обеспечивающее подразделение | ОИТ ИШИТР     |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|---------------|
| Руководитель Отделения       |   |                              | В.С. Шерстнев |
| Руководитель ООП             |  |                              | О.Л. Крицкий  |
| Преподаватель                |   |                              | А.Ю. Дёмин    |

2020 г.

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5.4 Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

| Код компетенции | Наименование компетенции                                                                                                    | Индикаторы достижения компетенций |                                                                                                            | Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции) |                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                 |                                                                                                                             | Код индикатора                    | Наименование индикатора достижения                                                                         | Код                                                         | Наименование                                                                                                                                                                                                                                    |
| ОПК(У)-3        | Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности         | И.ОПК(У)-3.4                      | Использует фундаментальные результаты математических дисциплин для создания новых инструментальных средств | ОПК(У)-3.В4                                                 | Владеет навыками применения общих положений математических дисциплин для решения задач в профессиональной области                                                                                                                               |
|                 |                                                                                                                             |                                   |                                                                                                            | ОПК(У)-3.У4                                                 | Умеет использовать базовые знания математических дисциплин в области профессиональной деятельности                                                                                                                                              |
|                 |                                                                                                                             |                                   |                                                                                                            | ОПК(У)-3.34                                                 | Знает основные разделы математических дисциплин                                                                                                                                                                                                 |
| ПК(У)-6         | Способен в составе научно-исследовательского или производственного коллектива и решать задачи профессиональной деятельности | И.ПК(У)-6.4                       | Обеспечивает пользовательскую привлекательность создаваемого коллективом программного продукта             | ПК(У)-1.В12                                                 | Владеет навыками изображения технических изделий                                                                                                                                                                                                |
|                 |                                                                                                                             |                                   |                                                                                                            | ПК(У)-1.У12                                                 | Умеет применять действующие стандарты, положения и инструкции по оформлению технической документации; оформлять изображения сборочных единиц, сборочного чертежа изделия, составлять спецификацию с использованием средств компьютерной графики |
|                 |                                                                                                                             |                                   |                                                                                                            | ПК(У)-1.312                                                 | Знает современные информационные и информационно-коммуникационные технологии и инструментальные средства для создания программного продукта                                                                                                     |

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 учебного плана образовательной программы.

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

| Планируемые результаты обучения по дисциплине |                                                                                                                                                                                                  | Индикатор<br>достижения<br>компетенции |
|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| Код                                           | Наименование                                                                                                                                                                                     |                                        |
| РД1                                           | Готовность выпускника к созданию и обработке графических данных с помощью прикладных пакетов;<br>Готовность выпускника к созданию и обработке мультимедийных данных с помощью прикладных пакетов | И.ОПК(У)-3.4                           |
| РД2                                           | Готовность выпускника с помощью методов программирования и линейной алгебры и геометрии работать с графическими данными;                                                                         | И.ПК(У)-6.4                            |

|  |                                                                                                                      |  |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  | Готовность выпускника с помощью методов программирования и математических методов работать с мультимедийными данными |  |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

#### 4. Структура и содержание дисциплины

##### Основные виды учебной деятельности

| Разделы дисциплины                                                                          | Формируемый результат обучения по дисциплине | Виды учебной деятельности <sup>1</sup> | Объем времени, ч. |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------|
| <b>Раздел (модуль) 1.<br/>Представление графических данных в компьютере</b>                 | РД1                                          | Лекции                                 | <b>4</b>          |
|                                                                                             |                                              | Практические занятия                   | -                 |
|                                                                                             |                                              | Лабораторные занятия                   | <b>6</b>          |
|                                                                                             |                                              | Самостоятельная работа                 | <b>16</b>         |
| <b>Раздел (модуль) 2.<br/>Растровые алгоритмы</b>                                           | РД2                                          | Лекции                                 | <b>4</b>          |
|                                                                                             |                                              | Практические занятия                   | -                 |
|                                                                                             |                                              | Лабораторные занятия                   | <b>6</b>          |
|                                                                                             |                                              | Самостоятельная работа                 | <b>20</b>         |
| <b>Раздел (модуль) 3.<br/>Компьютерная геометрия и построение реалистичных 3D сцен и VR</b> | РД2                                          | Лекции                                 | <b>8</b>          |
|                                                                                             |                                              | Практические занятия                   | -                 |
|                                                                                             |                                              | Лабораторные занятия                   | <b>20</b>         |
|                                                                                             |                                              | Самостоятельная работа                 | <b>24</b>         |

Содержание разделов дисциплины:

##### **Раздел 1. Представление графических данных в компьютере**

Предмет курса. Основная терминология. Краткая историческая справка. Значение курса. Основные понятия растровой и векторной графики. Достоинства и недостатки разных способов представления изображений. Параметры растровых изображений. Разрешение. Глубина цвета. Тоновый диапазон. Классификация современного программного обеспечения обработки графики. Форматы графических файлов.

Восприятие человеком светового потока. Цвет и свет. Ахроматические, хроматические, монохроматические цвета. Кривые реакция глаза. Характеристики цвета. Светлота, насыщенность, тон. Цветовые модели, цветовые пространства. Аддитивные и субтрактивные цветовые модели. Основные цветовые модели: RGB, CMY, CMYK, HSV. Системы управления цветом.

Фракталы. Историческая справка. Классификация фракталов. Геометрические фракталы. Кривая Коха, снежинка Коха, Дракон Хартера-Хейтуэя. Использование L-систем для построения «дракона». Ковер и треугольник Серпинского. Алгебраические фракталы. Построение множества Мандельброта. Построение множества Жюлиа. Стохастические фракталы. Системы итерируемых функций для построения фракталов. Сжатие изображений с использованием системы итерируемых функций.

##### **Названия лабораторных работ:**

<sup>1</sup> Общая трудоёмкость контактной работы и виды контактной работы в соответствии учебным планом

1. Создание изображений в растровом редакторе. Изучение растровых форматов графических файлов.
2. Инструменты выделения. Работа со слоями. Фотомонтаж.
3. Обработка растровых изображений. Коррекция цвета. Фильтры
4. Изучение векторного редактора и формата векторных изображений.
5. Создание векторного логотипа.

## **Раздел 2. Алгоритмы растеризации**

Понятие растеризации. Связанность пикселей. Растровое представление отрезка. Простейшие алгоритмы построения отрезков. Алгоритм Брезенхейма для растеризации отрезка. Растровое представление окружности. Алгоритм Брезенхейма для растеризации окружности. Кривые Безье первого второго, третьего порядка. Метод де Касталье. Закраска области заданной цветом границы. Отсечение многоугольников (алгоритм Сазерленда-Ходгмана). Заполнение многоугольников.

Регулировка яркости и контрастности. Построение гистограммы. Масштабирование изображений. Геометрические преобразования изображений. Фильтрация изображений. Понятие линейного фильтра. Задание ядра фильтра. Фильтрация на границе изображения. Сглаживающие фильтры. Гауссовский фильтр. Контрастноповышающие фильтры. Нахождение границ. Разностные фильтры. Фильтр Прюита. Фильтр Собеля. Программная реализация линейного фильтра. Нелинейные фильтры.

Волновой алгоритм. Математическая постановка задачи. Этапы волнового алгоритма. Виды волн. Распространение волны по отрезку. Определение мест соединения. Оптимизация волнового алгоритма. Сегментация. Уровни и типы сегментации. Применение сегментации. Метод к-средних. Применение к-средних для сегментации изображения по яркости. Методы с использованием гистограмм. Алгоритм разрастания регионов.

### **Названия лабораторных работ:**

6. Программирование вывода простых графических объектов
7. Создание анимации в Visual Studio
8. Создание программы для обработки растрового изображения

## **Раздел 3. Компьютерная геометрия и построение реалистичных 3D сцен и VR**

2D и 3D преобразования. Определение точек на плоскости. Перенос, масштабирование, отражение, сдвиг. Вывод матрицы для поворота вокруг центра координат. Однородные координаты. Нормализация и ее геометрический смысл. Комбинированные преобразования. Преобразования в пространстве. Правосторонняя и левосторонняя система координат. Однородные координаты. Перенос, масштабирование, масштабирование, вращение вокруг осей. Программная реализация для трехмерных преобразований.

Классификация проекций. Получение матриц преобразований для построения центральных проекций. Получение вида спереди и косоугольных проекций с помощью матриц преобразований. Этапы отображения трехмерных объектов. Отсечение по видимому объему. Нормализация видимого объема и переход к каноническому виду. Представление пространственных форм. Параметрические бикубические куски. Полигональные сетки. Представление полигональных сеток в ЭВМ.

Классификация алгоритмов удаления скрытых линий и поверхностей. Алгоритм

плавающего горизонта. Алгоритм Робертса. Метод z-буфера. Метод трассировки лучей. Алгоритм Художника. Алгоритм Варнока. Алгоритм Вейлера-Азертонна. Методы закраски. Диффузное отражение и рассеянный свет. Зеркальное отражение. Однотонная закрашка полигональной сетки. Метод Гуро. Метод Фонга. Тени. Поверхности, пропускающие свет. Детализация поверхностей.

OpenGL в Windows. Библиотеки GLU, GLUT, GLX. Синтаксис OpenGL. Функция для начала работы. Буферы OpenGL. Создание графических примитивов. Матрицы OpenGL. Преобразования в пространстве. Получение проекций. Наложение текстур. Примеры программных реализаций. Аппаратные средства компьютерной графики. Устройства ввода. Сканеры, дигитайзеры/графические планшеты. Цифровые фото и видеокамеры. Устройства вывода (мониторы, принтеры, плоттеры, цифровые проекторы). Устройства обработки (графические ускорители)

### **Названия лабораторных работ:**

9. Преобразования на плоскости
10. 3D преобразования и проекции
11. Построение трехмерных сцен на XAML
12. Трехмерные преобразования в WPF

## **5. Организация самостоятельной работы студентов**

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины (модуля) предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- Исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям;

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **6.1. Учебно-методическое обеспечение**

#### **Основная литература**

1. Основы компьютерной графики [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. Ю. Дёмин; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 3.3 MB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2011. — Заглавие с титульного экрана. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader.  
Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2011/m424.pdf>
2. Королёв Ю. Инженерная и компьютерная графика. Учебное пособие. Стандарт третьего поколения / Ю. В. С. Устюжанина. - Санкт-Петербург : Питер, 2020. - 432 с. - ISBN 978-5-496-00759-7. - URL: <https://ibooks.ru/bookshelf/338570/reading> (дата обращения: 05.05.2020). - Текст: электронный.
3. Куликов А.И. Алгоритмические основы современной компьютерной графики / А.И. Куликов, Т.Э. Овчинникова. - Москва : Национальный Открытый Университет

- ИНТУИТ, 2016. - 230 с. - ISBN intuit042. - URL: <https://ibooks.ru/bookshelf/362760/reading> (дата обращения: 05.05.2020). - Текст: электронный.
4. Куликов А.И. Алгоритмические основы современной компьютерной графики / А.И. Куликов, Т.Э. Овчинникова. - Москва : Национальный Открытый Университет ИНТУИТ, 2016. - 230 с. - ISBN intuit042. - URL: <https://ibooks.ru/bookshelf/362760/reading> (дата обращения: 05.05.2020). - Текст: электронный.
5. Загуменнов А.П. Компьютерная обработка звука / А.П. Загуменнов. - Москва : ДМК Пресс, 2015. - 384 с. - ISBN 5-89818-035-4. - URL: <https://ibooks.ru/bookshelf/26543/reading> (дата обращения: 05.05.2020). - Текст: электронный.

### **Дополнительная литература**

1. Программирование на С# [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. Ю. Дёмин, В. А. Дорофеев; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Институт кибернетики (ИК), Кафедра информатики и проектирования систем (ИПС). — 1 компьютерный файл (pdf; 2.3 MB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2013. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/m070.pdf>
2. Долженко А.И. Разработка приложений на базе WPF и Silverlight / А.И. Долженко. - Москва : Национальный Открытый Университет ИНТУИТ, 2016. - 452 с. - ISBN intuit478. - URL: <https://ibooks.ru/bookshelf/363180/reading> (дата обращения: 05.05.2020). - Текст: электронный.
3. Подбельский В.В. Язык декларативного программирования XAML / В.В. Подбельский. - Москва : ДМК Пресс, 2018. - 336 с. - ISBN 978-5-97060-655-1. - URL: <https://ibooks.ru/bookshelf/363717/reading> (дата обращения: 05.05.2020). - Текст: электронный.

## **6.2. Информационное и программное обеспечение**

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

1. Электронный учебник: А.Ю. Демин. Компьютерная графика. Томск, ТПУ: <http://compgraph.tpu.ru>
2. Электронный учебник WebCT А.Ю. Демин. Компьютерная графика. Томск, ТПУ

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

1. Операционная система Windows Windows 10
2. Растровый редактор GIMP (свободно распространяемый)
3. Векторный редактор InkScape (свободно распространяемый)
4. Среда программирования Visual Studio

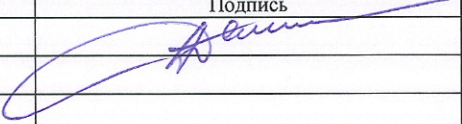
## **7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины (заполняется при наличии)**

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

| №  | Наименование специальных помещений                                                                                                                                                                                                                             | Наименование оборудования                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации<br>634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2, учебный корпус 10, аудитория 418                        | Комплект оборудования для проведения лекционных и практических занятий по основным разделам Математики (Математика 1, Математика 2, Математика 3, Математика 4.3, Дифференциальные уравнения, Теория вероятностей, Математическая статистика, Алгебра и геометрия, Функциональный анализ и др.), курсов вариативной части (Страхование и актуарные расчеты, Численные методы, Многомерные статистические методы, Теория случайных процессов и др.):<br><ul style="list-style-type: none"> <li>– Комплект учебной мебели на 50 посадочных мест;</li> <li>– Компьютер - 1 шт.;</li> <li>– Проектор - 1 шт.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 2. | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс)<br>634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2, учебный корпус 10, аудитория 427-А | Комплект оборудования для проведения лекционных, практических и лабораторных занятий по основным разделам Математики (Дифференциальные уравнения, Теория вероятностей, Математическая статистика, Алгебра и геометрия, Функциональный анализ и др.), курсов вариативной части (Страхование и актуарные расчеты, Численные методы, Многомерные статистические методы, Теория случайных процессов и др.) и программированию:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>– Доска аудиторная настенная - 1 шт.;</li> <li>– Шкаф для одежды - 1 шт.;</li> <li>– Шкаф для документов - 1 шт.;</li> <li>– Комплект учебной мебели на 10 посадочных мест;</li> <li>– Компьютер - 11 шт.;</li> <li>– Acrobat Reader DC and Runtime Software Distribution Agreement;</li> <li>– Visual C++ Redistributable Package;</li> <li>– Mozilla Public License 2.0;</li> <li>– GNU Lesser General Public License 3;</li> <li>– GNU Affero General Public License 3;</li> <li>– Chrome;</li> <li>– Berkeley Software Distribution License 2-Clause.</li> </ul> |

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики ООП ТПУ по направлению 01.03.02 «Прикладная математика и информатика» профиля «Прикладная математика в инженерии» (приема 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

| Должность        | Подпись                                                                              | ФИО        |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Доцент ОИТ ИШИТР |  | А.Ю. Демин |
|                  |                                                                                      |            |
|                  |                                                                                      |            |

Программа одобрена на заседании отделения (протокол № 18/д от 24.06.2020 г.).

Заведующий кафедрой - руководитель ОИТ  
на правах кафедры, к.т.н.

\_\_\_\_\_ /Шерстнёв В.С./

**Лист изменений рабочей программы дисциплины:**

| Учебный год           | Содержание /изменение                       | Обсуждено на заседании Отделения экспериментальной физики (протокол) |
|-----------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| 2021/2022 учебный год | Изменено содержание п. 1. «Цели дисциплины» | протокол № 6 от «31» августа 2021 г.                                 |

**Внести изменения с 2021/2022 учебного года**

Изменение в Рабочей программе дисциплины «Компьютерная графика» по направлению 01.03.02 «Прикладная математика и информатика», специализации «Прикладная математика в инженерии»:

*Внести в таблицу 1 в п. 1. «Цели дисциплины» следующие изменения и изложить в следующей редакции:*

Таблица 1

| Код компетенции | Наименование компетенции                                                                                                                                    | Индикаторы достижения компетенций |                                                                                                                                                                                                                             | Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций) |                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                 |                                                                                                                                                             | Код индикатора                    | Наименование индикатора достижения                                                                                                                                                                                          | Код                                                         | Наименование                                                                                                                                                                                                                                                         |
| ОПК(У)-1        | Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности | И.ОПК(У)-1.1                      | Применяет математический аппарат исследования функций, линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления, рядов, дифференциальных уравнений, теории функций комплексного переменного в инженерной деятельности | ОПК(У)-1.1В3                                                | Владеет математическим аппаратом комплексного и операционного исчисления, дифференциальными уравнениями и рядами для проведения теоретического исследования и моделирования физических и химических процессов и явлений, а также, для решения профессиональных задач |
|                 |                                                                                                                                                             |                                   |                                                                                                                                                                                                                             | ОПК(У)-1.1У3                                                | Умеет решать обыкновенные дифференциальные уравнения и их системы, применять аппарат гармонического и комплексного анализа при решении стандартных задач                                                                                                             |
|                 |                                                                                                                                                             |                                   |                                                                                                                                                                                                                             | ОПК(У)-1.133                                                | Знает основные определения и понятия теории дифференциальных уравнений, рядов, функции комплексного переменного и операционного исчисления                                                                                                                           |
|                 |                                                                                                                                                             | И.ОПК(У)-1.2                      | Использует фундаментальный математический аппарат для построения вычислительных схем                                                                                                                                        | ОПК(У)-1.2В1                                                | Владеет математическим аппаратом для проведения теоретического исследования и моделирования естественно-научных процессов и явлений, а также, для решения профессиональных задач                                                                                     |
|                 |                                                                                                                                                             |                                   |                                                                                                                                                                                                                             | ОПК(У)-1.2У1                                                | Умеет решать обыкновенные дифференциальные уравнения, применять аппарат математического анализа действительного переменного и комплексного анализа при решении стандартных задач                                                                                     |
|                 |                                                                                                                                                             |                                   |                                                                                                                                                                                                                             |                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                      |

| Код компетенции | Наименование компетенции                                                                                                                                           | Индикаторы достижения компетенций |                                                                                                                                                        | Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций) |                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                 |                                                                                                                                                                    | Код индикатора                    | Наименование индикатора достижения                                                                                                                     | Код                                                         | Наименование                                                                                                                                                                                     |
|                 |                                                                                                                                                                    |                                   |                                                                                                                                                        | ОПК(У)-1.231                                                | Знает основные определения и понятия теории математического анализа, теории функций комплексного переменного и операционного исчисления                                                          |
| ОПК(У)-2        | Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач | И.ОПК(У)-2.1                      | Применяет математический аппарат теории вероятностей и математической статистики в инженерной деятельности                                             | ОПК(У)-2.1В1                                                | Знает основные определения, понятия и методы теории вероятности и математической статистики                                                                                                      |
|                 |                                                                                                                                                                    |                                   |                                                                                                                                                        | ОПК(У)-2.1У1                                                | Умеет использовать вероятностные и статистические методы для обработки данных                                                                                                                    |
|                 |                                                                                                                                                                    |                                   |                                                                                                                                                        | ОПК(У)-2.131                                                | Владеет аппаратом математической статистики для проведения теоретического исследования и моделирования физических и химических процессов и явлений, а также, для решения профессиональных задач. |
|                 |                                                                                                                                                                    | И.ОПК(У)-2.2                      | Применяет математический аппарат уравнений в частных производных, уравнений теплопроводности и диффузии, уравнения Даламбера в инженерной деятельности | ОПК(У)-2.2В1                                                | Знает основные понятия, определения и методы теории дифференциальных уравнений в частных производных                                                                                             |
|                 |                                                                                                                                                                    |                                   |                                                                                                                                                        | ОПК(У)-2.2У1                                                | Умеет решать дифференциальные уравнения в частных производных, уравнений теплопроводности и диффузии, уравнения Даламбера                                                                        |
|                 |                                                                                                                                                                    |                                   |                                                                                                                                                        | ОПК(У)-2.231                                                | Владеет аппаратом математической физики для проведения теоретического исследования и моделирования физических и химических процессов и явлений, а также, для решения профессиональных задач.     |
|                 |                                                                                                                                                                    | И.ОПК(У)-2.4                      | Использует особенности организации информационных структур для реализации алгоритмов прикладных задач                                                  | ОПК(У)-2.4В1                                                | Владеет навыками исследования и построения алгоритмов, вычислительных моделей и моделей данных                                                                                                   |
|                 |                                                                                                                                                                    |                                   |                                                                                                                                                        | ОПК(У)-2.4У1                                                | Умеет проводить исследования математических алгоритмов, строить вычислительные модели и модели данных                                                                                            |
|                 |                                                                                                                                                                    |                                   |                                                                                                                                                        | ОПК(У)-2.431                                                | Знает методы разработки и исследования алгоритмов, построения вычислительных моделей и моделей данных для решения прикладных задач                                                               |
|                 |                                                                                                                                                                    | И.ОПК(У)-2.5                      | Использует фундаментальные результаты математических дисциплин для разработки решений задач в области профессиональных интересов                       | ОПК(У)-2.5В1                                                | Владеет навыками исследования и построения математических моделей и статистических моделей данных                                                                                                |
|                 |                                                                                                                                                                    |                                   |                                                                                                                                                        | ОПК(У)-2.5У1                                                | Умеет проводить исследования математических моделей, умеет строить вычислительные алгоритмы для обработки данных                                                                                 |
|                 |                                                                                                                                                                    |                                   |                                                                                                                                                        | ОПК(У)-2.531                                                | Знает классические фундаментальные методы исследования математических моделей, построения вычислительных моделей и моделей данных в области профессиональных интересов                           |
| ОПК(У)-5        | Способен разрабатывать алгоритмы и                                                                                                                                 | И.ОПК(У)-5.1                      | Использует современные информационно-                                                                                                                  | ОПК(У)-5.1В1                                                | Владеет навыками компьютерной обработки для вычислительных задач, для моделей, основанных на                                                                                                     |

| Код компетенции | Наименование компетенции                                                                            | Индикаторы достижения компетенций |                                                                                                                                  | Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций) |                                                                                                                                                                             |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                 |                                                                                                     | Код индикатора                    | Наименование индикатора достижения                                                                                               | Код                                                         | Наименование                                                                                                                                                                |
|                 | компьютерные программы, пригодные для практического применения                                      |                                   | коммуникационные технологии                                                                                                      |                                                             | данных                                                                                                                                                                      |
|                 |                                                                                                     |                                   |                                                                                                                                  | ОПК(У)-5.1У1                                                | Умеет строить математические алгоритмы, компьютерные модели и программы и реализовывать их с помощью языков программирования                                                |
|                 |                                                                                                     |                                   |                                                                                                                                  | ОПК(У)-5.131                                                | Знает профессиональную терминологию, содержание ключевых понятий и определений, используемых в теории и практике применения информационных технологий в науке и образовании |
| ПК(У)-9         | Способен понимать, совершенствовать и применять на практике современный естественно-научный аппарат | И.ПК(У)-9.1                       | Подбирает и анализирует методы решения поставленной естественно-научной задачи                                                   | ПК(У)-9.1В1                                                 | Владеет методами анализа, опытом исследования и решения естественно-научной задачи                                                                                          |
|                 |                                                                                                     |                                   |                                                                                                                                  | ПК(У)-9.1У1                                                 | Умеет анализировать и выделять базовые составляющие поставленной естественно-научной задачи                                                                                 |
|                 |                                                                                                     |                                   |                                                                                                                                  | ПК(У)-9.131                                                 | Знает методы и принципы подхода к решению основных естественно-научных задач                                                                                                |
|                 |                                                                                                     | И.ПК(У)-9.2                       | Доказывает корректность применения выбранного метода решения естественно-научной задачи в рамках заданной области ее определения | ПК(У)-9.2В1                                                 | Владеет методами проведения строгого математического доказательства, опытом логического мышления и исследования аналитического решения естественно-научных задач            |
|                 |                                                                                                     |                                   |                                                                                                                                  | ПК(У)-9.2У1                                                 | Умеет проводить строгие аналитические выкладки                                                                                                                              |
|                 |                                                                                                     |                                   |                                                                                                                                  | ПК(У)-9.231                                                 | Знает формальные методы проведения доказательств, знаком с аппаратом математической логики и математической индукции                                                        |
|                 |                                                                                                     | И.ПК(У)-9.3                       | Использует математический аппарат для освоения и совершенствования используемого формализма                                      | ПК(У)-9.3В1                                                 | Владеет опытом применения математического аппарата для решения естественно-научных задач                                                                                    |
|                 |                                                                                                     |                                   |                                                                                                                                  | ПК(У)-9.3У1                                                 | Умеет использовать математические методы для исследования математических моделей окружающей действительности                                                                |
|                 |                                                                                                     |                                   |                                                                                                                                  | ПК(У)-9.331                                                 | Знает математический понятийный аппарат и основные математические методы решения естественно-научных задач                                                                  |