

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ




МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

СОГЛАСОВАНО

  
Руководитель ОПОП ВО  
профессор В.В. Максаров

УТВЕРЖДАЮ

  
Декан механико-  
машиностроительного факультета  
профессор В.В. Максаров

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

### ДИНАМИКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Уровень высшего образования:	подготовка кадров высшей квалификации
Направление подготовки:	15.06.01 Машиностроение
Направленность (профиль):	Технология машиностроения
Форма обучения:	Очная
Нормативный срок обучения:	4 года
Составитель:	д.т.н., профессор В.В. Максаров

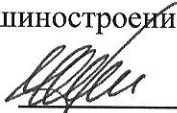
Санкт-Петербург

**Рабочая программа дисциплины** «Динамика технологической системы механической обработки» составлена:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 15.06.01 Машиностроение (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденного приказом Минобрнауки РФ № 881 от 30 июля 2014;

- на основании учебного плана направленности (профиля) «Технология машиностроения» по направлению подготовки 15.06.01 Машиностроение.

**Составитель:**



д.т.н., проф. В.В. Максаров

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры** машиностроения от «26» мая 2020г., протокол № 18

**Рабочая программа согласована:**

Декан факультета аспирантуры и докторантуры



к.т.н. В.В. Васильев

Заведующий кафедрой машиностроения



д.т.н., проф. В.В. Максаров

## **1. Цели и задачи дисциплины**

### **Цели дисциплины:**

- подготовка выпускника аспирантуры к самостоятельной научной деятельности по специальности;

- формирование у выпускника комплекса компетенций, направленных на владение культурой научного исследования, в том числе с использованием современных информационно-коммуникационных технологий, методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности, выполнение критического анализа и оценки современных научных достижений, генерирование новых идей при решении исследовательских и практических задач, осуществление комплексных исследований на основе целостного системного научного мировоззрения, способность к работе в российских и международных исследовательских коллективах по решению научных и научно-образовательных задач.

- формирование знаний о связях (механических, физических, размерных, временных, информационных, экономических и организационных) и закономерностях движения технологической системы в процессе механической обработки.

- совершенствование существующих и создание новых технологических процессов и методов обработки изделий машиностроения требуемого качества с минимальными затратами труда, материальных и энергетических ресурсов.

### **Основными задачами изучения дисциплины являются:**

- изучение основных концепций неустойчивости процесса резания;

- изучение задач устойчивости и автоколебаний в технологических системах

- изучение влияния динамических свойств технологических систем на обеспечение точности изделий машиностроения, качества поверхностного слоя и эксплуатационных свойств деталей машин;

- разработка методов практических расчетов граничных выходных величин при механической обработке;

- применение полученных знаний при осуществлении научных исследований в области динамики технологических систем.

## **2. Место дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина «Динамика технологической системы механической обработки» входит в состав дисциплин по выбору вариативной части основной профессиональной образовательной программы высшего образования - программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (ОПОП ВО аспирантуры) по направлению подготовки 15.06.01 - Машиностроение.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, навыки), сформированные в результате изучения информатики, математики, философии, системного анализа. Аспирант должен иметь навыки логического мышления, построения логических выводов, демонстрировать способности к использованию средств вычислительной техники к выполнению типовых операций по обработке текстовой, табличной и графической информации.

Знания (умения, навыки и (или) опыт деятельности), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для проведения научно-исследовательской работы аспирантов и подготовки выпускной квалификационной работы.

## **3. Требования к результатам освоения дисциплины**

Процесс изучения дисциплины обучающимися направлен на закрепление формирования профессиональных компетенций ПК-3, ПК-4, ПК-7.

### 3.1. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны приобрести:	Этапы формирования*
1.	ПК-3	Способность обосновывать оптимизацию математических моделей технологических процессов и методов изготовления деталей и сборки изделий машиностроения	<p><b>Выпускник знает:</b> методы математического моделирования технологических процессов и методы изготовления деталей и сборки изделий машиностроения с учетом динамики технологических систем;</p> <p><b>Умеет:</b> обосновывать оптимизацию математических моделей технологических процессов и методов изготовления деталей с учетом динамики технологических систем;</p> <p><b>Владеет навыками:</b> методами оптимизации математических моделей технологических процессов и методов изготовления деталей с учетом динамики технологических систем.</p>	В соответствии с учебным планом
2.	ПК-4	Способность совершенствовать существующие и разрабатывать новые методы обработки и сборки с целью повышения качества изделий машиностроения и снижения себестоимости их выпуска	<p><b>Выпускник знает:</b> основные цели, условия и возможности применения и методы проектирования современных методов автоматизации технологических процессов при процессе моделирования с учетом динамики технологических систем;</p> <p><b>Умеет:</b> выбирать последовательность проектирования технологических процессов сборки и механической обработки при процессе моделирования с учетом динамики технологических систем;</p> <p><b>Владеет навыками:</b> информацией об основных характеристиках, требованиях и правилах выбора автоматизированного технологического оборудования и оснащения; типовых технологиях механической обработки для изделий основных типов</p> <p>процессе моделирования с учетом динамики технологических систем.</p>	В соответствии с учебным планом
3.	ПК-7	Способность совершенствовать управление технологическими процессами в машиностроении	<p><b>Выпускник знает:</b> основные методы управления технологическими процессами в машиностроении при процессе моделирования;</p> <p><b>Умеет:</b> решать различные технологические задачи, связанные с управлением и автоматизацией процессов сборки и механической обработки при процессе моделирования;</p> <p><b>Владеет навыками:</b> навыками управления технологическими процессами в машиностроении при процессе моделирования.</p>	В соответствии с учебным планом

\*Основными этапами формирования компетенций обучающихся при освоении дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой разделов (тем) учебных занятий в течение учебного семестра (семестров).

### 3.2. Планируемые результаты обучения и критерии оценивания

В результате обучения по дисциплине обучающийся должен обрести знания, умения и навыки, указанные в разделе 3.1 настоящей программы.

Уровень освоения компетенции обучающимися на каждом этапе ее формирования определяется на основании результатов текущего контроля последовательного изучения содержательно связанных между собой разделов (тем) учебных занятий. Уровень освоения компетенций обучающимися по итогам изучения дисциплины определяется на основании результатов промежуточной аттестации. Критерии оценивания сформированности компетенций, применяемые в процессе освоения этапов дисциплины и по итогам ее изучения, приведены в разделе 6 настоящей программы.

### 4. Структура и содержание дисциплины

Дисциплина включает в себя 4 раздела, содержание которых направлено на изучение теории и методологии теоретических и экспериментальных исследований в области исследования и моделирования процессов и объектов технологии машиностроения.

Общая трудоемкость учебной дисциплины составляет 180 часов, 5 зачётных единиц. Дисциплина изучается в 3 и 4 семестрах по очной форме обучения. Форма контроля для очной формы обучения: зачет с оценкой в 3 и 4 семестрах.

#### 4.1. Распределение трудоемкости освоения дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры	
		3	4
Общая трудоемкость дисциплины в часах	<b>180</b>	<b>76</b>	<b>104</b>
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	<b>24</b>	<b>12</b>	<b>12</b>
Лекции	8	4	4
Практические занятия	16	8	8
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>156</b>	<b>64</b>	<b>92</b>
<b>Вид аттестации</b>		Диф. зачёт	Диф. зачёт

#### 4.2. Темы учебной дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование разделов	Виды занятий				
		Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа
1.	Автоколебания в технологических системах механической обработки. Основные концепции неустойчивости процесса резания и возникновения автоколебаний	45	2	4	-	39
2.	Структура моделей технологических систем. Идеализация сложных динамических систем	45	2	4	-	39
3.	Процессы резания однолезвийным и многолезвийным инструментом	45	2	4	-	39
4.	Физические основы моделирования в процессе резания. Динамическое моделирование технологической системы механической обработки	45	2	4	-	39
	<b>Итого:</b>	<b>180</b>	<b>8</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>156</b>

### 4.3. Содержание учебной дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Трудоемкость в ак. часах
1	Автоколебания в технологических системах механической обработки. Основные концепции неустойчивости процесса резания и возникновения автоколебаний	Введение. Анализ состояния проблемы обеспечения динамической стабильности процесса резания. Теоретические исследования возникновения вибраций при резании металлов. Анализ закономерностей процесса пластического деформирования и разрушения при резании металлов. Современные представления в области построения моделей процесса стружкообразования. Анализ методов обеспечения виброустойчивости процесса резания. Разработка принципов математического моделирования технологической системы на основе реологического представления процессов стружкообразования. Разработка условий фазовых переходов в процессе стружкообразования. Исследование чувствительности динамической модели технологической системы механической обработки к параметрическим изменениям.	2
2	Структура моделей технологических систем. Идеализация сложных динамических систем	Разработка структурной схемы динамической модели технологической системы в процессе механической обработки для формирования оператора резания. Определение необходимых значений структурной схемы для описания поведения технологической системы. Разработка принципов математического моделирования технологической системы на основе реологического представления процессов стружкообразования. Разработка условий фазовых переходов в процессе стружкообразования. Исследование чувствительности динамической модели технологической системы механической обработки к параметрическим изменениям. Приведение динамической модели технологической системы к модели малой размерности. Методика определения динамических параметров парциальных подсистем технологического оборудования. Блок-схемы последовательности операций для построения оптимальной эквивалентной модели технологической системы на ЭВМ. Получение амплитудно-частотных характеристик подсистем технологической системы механической обработки. Подбор упруго-диссипативных и инерционных характеристик упрощенных моделей на основе методов поиска экстремумов в векторных пространствах. Построение эквивалентных уп-	2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Трудоемкость в ак. часах
		рощенных моделей для определения упругих и инерционных параметров упрощенной модели и получение значений диссипативных параметров для анализа динамической системы. Формирование матриц амплитудно-частотных и фазовых характеристик (АЧХ и ФЧХ) технологической системы механической обработки.	
3	Процессы резания однолезвийным и многолезвийным инструментом	Построение систем дифференциальных уравнений динамических процессов в технологической системе механической обработки с учетом упругопластических свойств в динамике контактного взаимодействия инструмента с заготовкой и реологических особенностей процесса стружкообразования в зоне активного пластического деформирования. Анализ систем дифференциальных уравнений для решения задач динамики (устойчивости и качества процессов), а также задачи управления процессом стружкообразования.	2
4	Физические основы моделирования в процессе резания. Динамическое моделирование технологической системы механической обработки	Разработка основ пластического деформирования и разрушения металла в процессе стружкообразования. Разработка физических основ моделирования стружкообразования в процессе резания. Разработка реологического представления при моделировании стружкообразования в процессе резания. Разработка механической интерпретации реологических тел с двухэлементными схемами: вязко-упругая модель Максвелла, вязко-наследственная модель Фойхта, упруго-пластическая модель Прандтля. Разработка механической интерпретации сложных реологических моделей: реологическое тело Бингама, реологическое тело Шведова, реологическое тело Ишлинского. Решение систем дифференциальных уравнений динамических процессов в технологической системе механической обработки с учетом упругопластических свойств в динамике контактного взаимодействия инструмента с заготовкой и реологических особенностей процесса стружкообразования в зоне активного пластического деформирования. Решение систем дифференциальных уравнений для решения задачи динамики (устойчивости и качества процессов), а также задачи управления процессом стружкообразования.	2

#### 4.4. Практические (семинарские) занятия

Раздел	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Изучение источника возбуждения автоколебательных режимов технологических систем механической обработки	4
2	Определение положения границы области устойчивости в пространстве параметров технологической системы	4
3	Изучение методов математического моделирования технологических систем в процессе механической обработки	4
4	Проектирование технологических процессов изготовления машиностроительных изделий с учетом динамики технологической системы	4

#### 5. Образовательные технологии, используемые при изучении дисциплины

При изучении дисциплины «Динамика технологической системы механической обработки» обучающийся использует учебную, научную, исследовательскую базу университета в установленном порядке.

В ходе обучения применяются:

**Лекции**, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся.

Цели лекционных занятий:

- дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;
- стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

**Практические занятия.** Цели практических занятий:

- совершенствовать умения и навыки решения практических задач. Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

**Самостоятельная работа** обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

#### 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

##### 6.1 Цель и основные задачи текущего контроля по дисциплине

Текущий контроль имеет целью проверить ход формирования компетенций в соответствии с этапами ее освоения. Текущий контроль осуществляется в ходе учебного процесса и консультирования обучающихся по результатам выполнения самостоятельной работы. Основными формами текущего контроля знаний являются:

- обсуждение на консультациях вопросов тем и контрольных вопросов (устный ответ);
- участие в дискуссии по наиболее актуальным темам дисциплины (устный ответ);
- подготовка докладов;
- выполнение индивидуальных заданий.

##### 6.2 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

**Раздел 1. Автоколебания в технологических системах механической обработки. Основные концепции неустойчивости процесса резания и возникновения автоколебаний**

1. Автоколебания и причины их возникновения.
2. Модели процесса стружкообразования.



3. Математическое моделирование технологической системы.
4. Фазовые переходы в процессе стружкообразования.
5. Чувствительность динамической модели технологической системы механической обработки к параметрическим изменениям.

**Раздел 2. Структура моделей технологических систем. Идеализация сложных динамических систем**

1. Структурная схема динамической модели технологической системы.
2. Формирование оператора резания.
3. Приведение динамической модели технологической системы к модели малой размерности.
4. Амплитудно-частотные характеристики подсистемы технологической системы механической обработки.
5. Построение эквивалентных упрощенных моделей.

**Раздел 3. Процессы резания однолезвийным и многолезвийным инструментом**

1. Уравнения динамических процессов в технологической системе механической обработки.
2. Упругопластические свойства в динамике контактного взаимодействия инструмента с заготовкой.
3. Реологические особенности процесса стружкообразования в зоне активного пластического деформирования.
4. Решение задач динамики устойчивости и качества процессов.
5. Управление процессом стружкообразования.

**Раздел 4. Физические основы моделирования в процессе резания. Динамическое моделирование технологической системы механической обработки**

1. Пластическое деформирование и разрушение металла в процессе стружкообразования.
2. Физические основы моделирования стружкообразования в процессе резания.
3. Вязко-наследственная модель Фойхта.
4. Упруго-пластическая модель Прандтля.
5. Реологическое тело Ишлинского.

**6.3. Критерии оценивания устных ответов обучающихся**

Развернутый ответ аспиранта должен представлять собой связное, логически последовательное сообщение на определенную тему, показывать его умение применять определения, правила в конкретных случаях.

При оценке ответа аспиранта необходимо руководствоваться следующими критериями:

- 1) полнота и правильность ответа;
- 2) степень осознанности, понимания изучаемого материала;
- 3) знание терминологии и правильное ее использование;
- 4) соответствие требованиям рабочей программы по дисциплине.

**6.4 Цель, основные задачи и порядок проведения дифференциального зачёта по дисциплине**

Дифференциальный зачёт имеет цель проверить обучающихся на знание и понимание содержания дисциплины и уровня сформированности компетенции по специальности. Индекс контролируемых компетенций — ПК-3, ПК-4, ПК-7. Дифференциальный зачёт принимается в устной форме в соответствии с требованиями к кандидатскому минимуму по научной специальности 15.06.01 – Машиностроение.

**6.5. Примерный перечень заданий к дифференциальному зачёту (по дисциплине):**

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	Возможность получения новых знаний об исследуемом объекте – ...	1. Адекватность; 2. Полнота; 3. Потенциальность; 4. Наглядность.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
2	Процесс замещения объекта исследования некоторой его моделью и проведение исследований на модели с целью получения необходимой информации об объекте – ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Проектирование;</li> <li>2. Моделирование;</li> <li>3. Подготовка производства;</li> <li>4. Прогнозирование.</li> </ol>
3	Системы, имитирующие логику рассуждений опытного исследователя, владеющего базой знаний в определенной области, это...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Логические;</li> <li>2. Объективные;</li> <li>3. Экспертные.</li> <li>4. Вероятностные.</li> </ol>
4	Модели, изучающие изменения рассматриваемого объекта во времени, называются ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Динамическими;</li> <li>2. Энергетическими;</li> <li>3. Физическими;</li> <li>4. Структурными.</li> </ol>
5	В математике операция замены точной, но более сложной функции на более простую, приближенную функцию, называется ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Аппроксимированием;</li> <li>2. Логарифмированием;</li> <li>3. Замещением;</li> <li>4. Упрощением.</li> </ol>
6	Если целью моделирования является обеспечение возможности предсказать реакцию объекта по реакции его модели, то это...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Микромодель;</li> <li>2. Вероятностная модель;</li> <li>3. Макромодель («черный ящик»);</li> <li>4. Сетевая модель.</li> </ol>
7	Колебания при резании характеризуются ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Скоростью и частотой.</li> <li>2. Частотой и амплитудой.</li> <li>3. Скоростью и подачей.</li> <li>4. Амплитудой и подачей.</li> </ol>
8	Основной фактор, влияющий на тепловой баланс ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сила резания.</li> <li>2. Подача.</li> <li>3. Глубина резания.</li> <li>4. Скорость резания.</li> </ol>
9	Математические модели по реализации могут быть...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Физические, компьютерные;</li> <li>2. Непрерывные, дискретные;</li> <li>3. Знаковые, графические;</li> <li>4. Табличные, матричные.</li> </ol>
10	Какие положительные технологические аспекты обеспечивает процесс наростообразования?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Улучшает шероховатость обработки.</li> <li>2. Улучшает точность обработки.</li> <li>3. Снижает износостойкость инструмента.</li> <li>4. Защищает переднюю поверхность режущего инструмента.</li> </ol>
11	Процесс поиска прямых аналогий между оригиналом и моделью называется ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Полиморфизмом;</li> <li>2. Идеализацией;</li> <li>3. Аналогированием;</li> <li>4. Изоморфизмом.</li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
12	Частота автоколебаний $f$ ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Зависит от геометрии инструмента и режимов резания.</li> <li>2. Не зависит от геометрии инструмента и режимов резания.</li> <li>3. Зависит только от величины переднего угла <math>\gamma</math>.</li> <li>4. Зависит только от глубины резания.</li> </ol>
13	Получение информации об объекте исследования или изучаемом процессе опытным путем в результате испытаний или моделирование, это ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Цель эксперимента;</li> <li>2. Фактор эксперимента;</li> <li>3. Планирование эксперимента;</li> <li>4. Анализ данных.</li> </ol>
14	Степень виброизоляции станка может условно характеризоваться...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Собственной частотой горизонтальных колебаний станка на опорах.</li> <li>2. Собственной частотой вертикальных колебаний станка на опорах.</li> <li>3. Собственной частотой горизонтальных колебаний станка на жестких опорах.</li> <li>4. Собственной частотой вертикальных колебаний станка на жестких опорах.</li> </ol>
15	Пространство, координатные оси которого соответствуют значениям факторов, называется ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Факторным;</li> <li>2. Регрессионным;</li> <li>3. Фиксированным;</li> <li>4. Координатным.</li> </ol>
16	Комплекс действий, направленных на получение более полной информации о формах объекта, это ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Структуризация;</li> <li>2. Идеализация;</li> <li>3. Алгоритмизация;</li> <li>4. Визуализация.</li> </ol>
17	Математическая модель при технологическом проектировании – это...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Проектная задача;</li> <li>2. Совокупность технологических параметров;</li> <li>3. Совокупность математических соотношений;</li> <li>4. Сумма алгоритмов.</li> </ol>
18	По критерию размерности решаемой задачи различают задачи оптимизации:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Одномерной и многомерной;</li> <li>2. Детерминированной и стохастической;</li> <li>3. Линейной и нелинейной;</li> <li>4. Условной и безусловной.</li> </ol>
19	Задача поиска наилучших вариантов проектирования систем – это задачи...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Прогнозирования;</li> <li>2. Идеализации;</li> <li>3. Оптимизации;</li> <li>4. Технологические.</li> </ol>
20	В качестве критерия оптимизации при выборе метода получения заготовки используется ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Минимальная себестоимость изготовления заготовки;</li> <li>2. Конструктивная форма детали;</li> <li>3. Коэффициент использования материала;</li> <li>4. Масса детали.</li> </ol>

## 6.6. Критерии оценок промежуточной аттестации

### Примерная шкала оценивания знаний на дифференциальный зачёт:

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Посещение менее 50 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 60 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 70 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 85 % лекционных и практических занятий
Аспирант не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Аспирант поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Аспирант хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Аспирант в полном объёме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Уверенно находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Безошибочно находит решения предусмотренных программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

## 7. Перечень учебной литературы и ресурсов сети «Интернет»

### 7.1. Обеспеченность литературой

#### Основная:

1. Панкратов Ю.М. САПР режущих инструментов: учеб. пособие - СПб: Лань, 2013. - 336

с.

<https://e.lanbook.com/book/5249>

2. Григорьев С.Н. Методы повышения стойкости режущего инструмента: учебник для студентов вузов - М: Машиностроение, 2009. - 368 с.

<https://e.lanbook.com/book/731>

3. Зубарев Ю.М. Автоматизация координатных измерений в машиностроении: учеб. пособие / Ю.М. Зубарев, С.В. Косаревский. - СПб: Лань, 2017. - 160 с.

<https://e.lanbook.com/book/93000>

4. Иванов А.А. Автоматизация технологических процессов и производств: учеб. пособие / А.А. Иванов. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2015. – 223 с.

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=473074>

5. Солоненко В.Г. Резание металлов и режущие инструменты: Учебное пособие / В.Г. Солоненко, А.А. Рыжкин. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 416 с.

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=549074>

### **Дополнительная:**

1. Романенко А.М. Режущий инструмент: учеб. пособие - Кемерово: КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2012. - 103 с.  
<https://e.lanbook.com/book/69516>
2. Артамонов Е.В. Расчет и проектирование сменных режущих пластин и сборных инструментов: монография / Е.В. Артамонов, Т.Е. Помигалова, М.Х. Утешев. - Тюмень: ТюмГНГУ, 2011. - 152 с.  
<https://e.lanbook.com/book/28284>
3. Наука и искусство системного моделирования инструментального обеспечения машиностроительных производств: Монография / В.А. Гречишников - М.: КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 376 с.  
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=765791>
4. Балла О.М. Обработка деталей на станках с ЧПУ. Оборудование. Оснастка. Технология: учеб. пособие / О.М. Балла. - СПб: Лань, 2017. - 368 с.  
<https://e.lanbook.com/book/95159>
5. Режущий инструмент. Эксплуатация: учеб. пособие / Е.Э. Фельдштейн, М.А. Корниевич. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 256 с.  
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=424209>

### **7.2. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспиранта**

- Методические указания для самостоятельной работы аспирантов;
- Индивидуальное задание по дисциплине.

Учебно-методические материалы размещены на портале информационно-образовательных ресурсов - <http://ior.spmi.ru/>

### **7.3. Ресурсы сети «Интернет»**

1. Информационная справочная система «Консультант плюс».
2. Библиотека ГОСТов [www.gostrf.com](http://www.gostrf.com).
3. Сайт Российской государственной библиотеки. <http://www.rsl.ru/>
4. Сайт Государственной публичной научно-технической библиотеки России. <http://www.gpntb.ru/>
5. Каталог образовательных интернет ресурсов <http://www.edu.ru/modules.php>
6. Электронные библиотеки: <http://www.pravoteka.ru/>, <http://www.zodchii.ws/>, <http://www.tehlit.ru/>.
7. Специализированный портал по информационно-коммуникационным технологиям в образовании <http://www.ict.edu.ru>

### **7.4 Электронно-библиотечные системы:**

- ЭБС издательства «Лань» <https://e.lanbook.com/>
- ЭБС издательства «Юрайт» <https://biblio-online.ru/>
- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <https://biblioclub.ru/>
- ЭБС «ZNANIUM.COM» <https://znanium.com>
- ЭБС «IPRbooks» <https://iprbookshop.ru>
- ЭБС «Elibrary» <https://elibrary.ru>
- Автоматизированная информационно-библиотечная система «Mark -SQL» <https://informsystema.ru>
- Система автоматизации библиотек «ИРБИС 64» <https://elnit.org>

### **7.5 Современные профессиональные базы данных:**

- Электронная база данных Scopus <https://scopus.com>
- «Clarivate Analytics» <https://Clarivate.com>
- «Springer Nature» <http://100k20.ru/products/journals/>

## 7.6 Информационные справочные системы:

1. Справочно-правовая информационная система Консультант Плюс  
<http://www.consultant.ru/>.
2. Электронно-периодический справочник «Система Гарант» <http://www.garant.ru/>.
3. ООО «Современные медиа технологии в образовании и культуре».  
<http://www.informio.ru/>.
4. Программное обеспечение Норма CS «Горное дело и полезные ископаемые»  
<https://softmap.ru/normacs/normacs-gornoe-delo-i-poleznye-iskopaemye/>
5. Информационно-справочная система «Техэксперт: Базовые нормативные документы»  
<http://www.cntd.ru/>
6. Программное обеспечение «База знаний: гидрогеология, инженерная геология и геоэкология» <http://www.geoinfo.ru>
7. Электронная справочная система «Система Госфинансы» <http://www.auditc.ru/product/>

## 8. Материально-техническое обеспечение

### 8.1. Специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации

Перечень материально-технического обеспечения включает в себя технические средства обучения, служащие для представления информации (мультимедийные доски, проекторы, и т.д.). Имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования, которые укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории.

Практические занятия проводятся в лабораториях кафедры машиностроения

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения.
Санкт-Петербург, 21-я линия В.О., д.2-4/45, литеры Б Учебный центр №1, учебно-лабораторный корпус №5  Аудитория 7215	14 посадочных мест Компьютерный класс, используемый при проведении лабораторных и практических занятий, оснащен комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы. Мебель лабораторная: Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт.; Компьютерная техника: АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт.	Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open, License 42620959 от 20.08.2007 обслуживание до 2020 года Microsoft Windows 7 Professional ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции» обслуживание до 2020 года CorelDRAW Graphics Suite X5 Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения» обслуживание до 2020 года Autodesk (product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1)
Санкт-Петербург, 21-я линия В.О., д.2-4/45, литеры Б Учебный центр №1, учебно-лабораторный	20 посадочных мест Мебель лабораторная: Стул – 21 шт., стол – 2 шт., стол преподавательский – 1 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная	Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open, License 42620959 от 20.08.2007 обслуживание до 2020 года

<p>корпус №7</p> <p>Аудитория 5404</p>	<p>– 1 шт., шкаф архивный – 1 шт.</p> <p>Оборудование и приборы: учебно-научный комплекс для интерактивного программирования и разработки управляющих программ на станках с ЧПУ (токарный станок с ЧПУ – 1 шт., фрезерный станок с ЧПУ – 1 шт.</p> <p>Компьютерная техника: АРМ преподавателя ПК с выходом в сеть «Интернет» (монитор + системный блок); мультимедийный проектор – 1 шт.</p>	<p>Microsoft Windows 7 Professional ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции» обслуживание до 2020 года CorelDRAW Graphics Suite X5 Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения» обслуживание до 2020 года Autodesk (product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1)</p>
--	--	--

## 8.2. Помещения для самостоятельной работы

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional:ГК № 1464-12/10 от 15.12.10 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 959-09/10 от 22.09.10 «На поставку компьютерной техники» (обслуживание до 2020 года) ГК № 447-06/11 от 06.06.11 «На поставку оборудования» (обслуживание до 2020 года) ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования" (обслуживание до 2020 года) Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» (обслуживание до 2020 года), Договор № 1106-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» (обслуживание до 2020 года) ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции» (обслуживание до 2020 года), Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011, Microsoft Open License 49487710 от 20.12.2011, Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 (обслуживание до 2020 года),

Microsoft Office 2010 Standard: Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012 (обслуживание до 2020 года), Microsoft Open License 60853086 от 31.08.2012 (обслуживание до 2020 года).Kaspersky antivirus 6.0.4.142

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места аспирантов, оборудованные ПК с доступом в сеть университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Операционная система Microsoft Windows XP Professional: Microsoft Open License 16020041 от 23.01.200.

Операционная система Microsoft Windows 7 Professional Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 (обслуживание до 2020 года).

Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007 (обслуживание до 2020 года)

3. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для аспирантов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для аспирантов (тип 6) – 2 шт., стол компьютерный для аспирантов (тип 7) – 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) – 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 – 17 шт., плакат – 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional: Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 (обслуживание до 2020 года).

Microsoft Office 2007 Professional Plus: Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010 (обслуживание до 2020 года).

CorelDRAW Graphics Suite X5 Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения» (обслуживание до 2020 года)

Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1

Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО), Quantum GIS (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), R (свободно распространяемое ПО), Rstudio (свободно распространяемое ПО), SMath Studio (свободно распространяемое ПО), GNU Octave (свободно распространяемое ПО), Scilab (свободно распространяемое ПО)

### **8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования**

#### **1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:**

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2010 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

#### **2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:**

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

#### **3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:**

Оснащенность: стол – 2 шт., стулья – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)



#### 8.4. Библиотека Университета

Месторасположение	Оснащенность	Автоматизированная информационно-библиотечная система (АИБС)
Санкт-Петербург, 21-я линия В.О., д.2, Учебный центр №1, Ауд. № 1165 Читальный зал	Аппарат Xerox W.Centre 5230- 1 шт; Сканер K.Filem - 1 шт; Копир. Аппарат -1 шт; Кресло – 521AF-1 шт; Монитор ЖК HP22-1 шт; Монитор ЖК S.17-11 шт; Принтер HP L/Jet-1 шт; Системный блок HP6000 Pro-1 шт; Системный блок Ramec S. E4300-10 шт; Сканер Epson V350-5 шт; Сканер Epson 3490-5 шт; Стол 160*80*72-1 шт; Стул 525 VFH030-12 шт; Шкаф каталожн. -20 шт; Стул «Кодоба» -22 шт; Стол 80*55*72-10 шт	MARK-SQL, Ирбис
Санкт-Петербург, 21-я линия В.О., д.2, Учебный центр №1, Ауд. № 1171 Читальный зал	Книжный шкаф 1000*3300*400-17 шт; Стол, 400*180 Титаник «Piso» -1 шт; Стол письменный с тумбой -37 шт; Кресло «Cannes» черное-42 шт; Кресло (кремовое) -37 шт; Телевизор 3DTV Samsung UE85S9AT-1 шт; Монитор Benq 24-18 шт; Цифровой ИК-трансивер TAIDEN -1 шт; Пульт для презентаций R700-1 шт; Моноблок Lenovo 20 HD 19 шт; Сканер Xerox 7600- 4шт;	
Санкт-Петербург, В.О., Малый пр., д.83, Инженерный корпус Ауд. № 327-329 Читальные залы	Компьют. Кресло 7875 A2S – 35 шт; Стол компьютер. – 11 шт; Моноблок Lenovo 20 HD 16 шт; Доска настенная белая -- 1 шт; Монитор ЖК Philips - 1 шт; Монитор HP L1530 15ft - 1 шт; Сканер Epson Perf.3490 Photo - 2 шт; Системный блок HP6000 – 2 шт; Стеллаж открытый- 18 шт; Микрофон Д-880 с 071с.ч.- - 2 шт; Книжный шкаф - 15 шт; Парта- 36 шт; Стул- 40 шт	

#### 8.5. Лицензионное программное обеспечение

1. Microsoft Windows 8 Professional (договор бессрочный ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 «На поставку компьютерной техники»)

2. Microsoft Office 2010 Professional Plus (договор бессрочный Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, договор бессрочный Microsoft Open License 47665577 от 10.11.2010, договор бессрочный Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011)

## ЛИСТ АКТУАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа дисциплины *Динамика технологической системы механической обработки* рассмотрена и актуализирована на заседании кафедры *машиностроения*

№ п/п	№ протокола заседания кафедры	Дата протокола кафедры	Основание
1	9	«19» мая 2021	Договор с Электронно-библиотечной системой «Лань» № Д041(44)-04/21 от 28.04.2021
2	28	«31» мая 2022	Договор с Электронно-библиотечной системой «Лань» № Д063(44)-04/22 от 28.04.2022