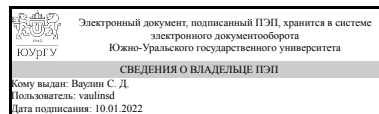


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
Политехнический институт



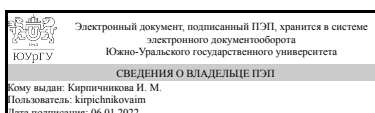
С. Д. Ваулин

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины** 1.Ф.П2.02 Переходные процессы в системах электроснабжения для направления 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  
**уровень** Бакалавриат  
**профиль подготовки** Электроснабжение промышленных предприятий и городов  
**форма обучения** заочная  
**кафедра-разработчик** Электрические станции, сети и системы электроснабжения

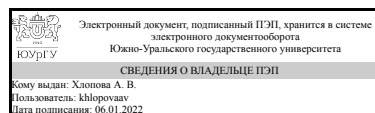
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утверждённым приказом Минобрнауки от 28.02.2018 № 144

Зав.кафедрой разработчика,  
д.техн.н., проф.



И. М. Кирпичникова

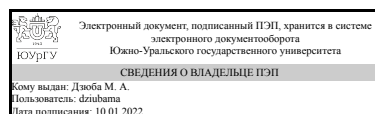
Разработчик программы,  
к.техн.н., доцент



А. В. Хлопова

СОГЛАСОВАНО

Руководитель образовательной  
программы  
к.техн.н., доц.



М. А. Дзюба

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель изучения данной дисциплины заключается в ознакомлении будущего специалиста со всем комплексом сложных вопросов и проблем, связанных с переходными процессами в электрических сетях и системах электроснабжения, научить его производить необходимые расчеты с целью выбора уставок релейной защиты, обеспечения протекания переходных процессов с минимальными отрицательными воздействиями на систему, как в нормальных, так и аварийных условиях эксплуатации электрооборудования. Задачи дисциплины: освоение методов расчета токов короткого замыкания в электрических системах переменного тока и методов расчета устойчивости электроэнергетических систем и узлов нагрузки.

## Краткое содержание дисциплины

Общие сведения о переходных процессах. Переходный процесс при коротком замыкании в системе, питающейся от источника бесконечной мощности. Установившиеся режимы короткого замыкания. Начальный момент нарушения режима. Уравнения переходного процесса в синхронной машине. Внезапное короткое замыкание синхронной машины. Практические методы расчета переходного процесса КЗ. Несимметричные короткие замыкания. Замыкания в распределительных сетях и системах электроснабжения. Расчет токов КЗ в установках напряжением до 1000 В. Общие сведения о режимах работы электроэнергетических систем, о характеристиках мощности электропередач, о статической и динамической устойчивости электроэнергетических систем. Статическая устойчивость нерегулируемой и регулируемой систем электроснабжения. Динамическая устойчивость систем электроснабжения. Устойчивость асинхронного двигателя. Действительный предел мощности.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности.	Знает: Основные характеристики и параметры электрооборудования систем электроснабжения, Методы расчета переходных режимов в системах электроснабжения Умеет: Выполнять расчеты токов коротких замыканий и оценку устойчивости систем электроснабжения, Выбирать оборудование систем электроснабжения с учетом переходных режимов

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Электрические машины, Проектирование электрических сетей, Учебная практика, ознакомительная практика (2 семестр)	Электротехнологические промышленные установки, Энергосберегающая энергетическая электроника в системах электроснабжения,

Производственная практика, преддипломная практика (10 семестр)

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Электрические машины	Знает: Виды электрических машин и их основные характеристики; инструментарий для измерения и контроля основных параметров технологического процесса. Теоретические предпосылки проектирования электрических машин и методы их расчета. Умеет: Контролировать правильность получаемых данных и выводов; интерпретировать экспериментальные данные и сопоставлять их с теоретическими положениями. Имеет практический опыт: Использование современных технических средства в профессиональной области; опытом работы с приборами и установками для экспериментальных исследований; опытом экспериментальных исследований режимов работы технических устройств и объектов электроэнергетики и электротехники, Работы с технической и справочной литературой; навыками работы в прикладных пакетах MathCAD, MATLAB, Simulink.
Проектирование электрических сетей	Знает: Методы расчета установившихся и переходных режимов электрических сетей Умеет: Рассчитывать режимы электрической сети с применением ЭВМ Имеет практический опыт: Алгоритмизации решения математических задач, связанных с проектированием электрических сетей
Учебная практика, ознакомительная практика (2 семестр)	Знает: Основные характеристики и конструктивное исполнение оборудования и элементов систем электроснабжения Умеет: Взаимодействовать с другими членами команды для достижения поставленной задачи, Читать электрические схемы систем электроснабжения Имеет практический опыт:

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 з.е., 216 ч., 38,75 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра

		7	8
Общая трудоёмкость дисциплины	216	144	72
<i>Аудиторные занятия:</i>	24	16	8
Лекции (Л)	10	10	0
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	8	6	2
Лабораторные работы (ЛР)	6	0	6
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	177,25	119,75	57,5
с применением дистанционных образовательных технологий	0		
Экзамен	30	0	30
РГР по электромагнитным ПП.	80	80	0
РГР по электромеханическим ПП	27,5	0	27,5
Диф. зачет	39,75	39,75	0
Консультации и промежуточная аттестация	14,75	8,25	6,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	диф.зачет	экзамен

## 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Общие сведения о электромагнитных переходных процессах. Основные положения дисциплины.	2	2	0	0
2	Переходный процесс при коротком замыкании в системе, питающейся от источника бесконечной мощности	6	2	2	2
3	Установившийся режим короткого замыкания в сети с синхронными генераторами.	0	0	0	0
4	Начальный момент внезапного нарушения режима работы синхронной машины.	0	0	0	0
5	Уравнение электромагнитного переходного процесса синхронной машины. Внезапное КЗ синхронной машины.	0	0	0	0
6	Практические методы расчета переходного процесса короткого замыкания	4	1	3	0
7	Несимметричные режимы КЗ в электроэнергетических системах	5	2	1	2
8	Замыкание в распределительных сетях и системах электроснабжения	0	0	0	0
9	Расчет токов КЗ в установках напряжением до 1000 В	0	0	0	0
10	Общие сведения о режимах работы электроэнергетических систем, о характеристиках мощности электропередач, о статической и динамической устойчивости электроэнергетических систем	5	1	2	2
11	Статическая устойчивость нерегулируемой и регулируемой систем электроснабжения.	1	1	0	0
12	Динамическая устойчивость систем электроснабжения.	1	1	0	0
13	Устойчивость асинхронного двигателя. Действительный предел мощности	0	0	0	0

### 5.1. Лекции

№	№	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-
---	---	---	------

лекции	раздела		во часов
1	1	Основные определения. Причины возникновения переходных процессов и их следствия. Система относительных единиц. Составление схемы замещения. Преобразование схем замещения.	2
2	2	Источник бесконечной мощности. Переходный процесс при трехфазном КЗ в простейшей неразветвленной цепи: переходный процесс в нагрузочной части цепи; переходный процесс в короткозамкнутой части цепи; постоянная времени; физический, математический, геометрический смысл постоянной времени, ударный ток условия появления ударного тока	2
3	6	Общие замечания. Метод типовых кривых.	1
3	7	Применяемость метода симметричных составляющих к исследованию переходных процессов. Параметры элементов системы для токов прямой, обратной и нулевой последовательностей. Схемы отдельных последовательностей.	1
4	7	Двухфазное КЗ. Однофазное КЗ. Двухфазное КЗ на землю.	1
4	10	Сущность проблемы устойчивости. Статическая устойчивость. Задача статической устойчивости. Характеристика мощности простейшей электропередачи. Критерий статической устойчивости. Простейшая оценка динамической устойчивости. Задача динамической устойчивости.	1
5	11	Замена исходных уравнений линеаризованными. Анализ устойчивости нерегулируемой системы без учета электромагнитных процессов в контурах ротора без учета и с учетом демпферного момента. Условия устойчивости электрических систем. Правило Ляпунова	1
5	12	Основные допущения, принимаемые при анализе динамической устойчивости. Энергетические соотношения, характеризующие движение ротора. Способ площадей и вытекающий из него критерий динамической устойчивости.	1

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	2	Трехфазное короткое замыкание в точке системы, питающейся от источника бесконечной мощности	2
2-3	6	Расчёт периодической составляющей тока короткого замыкания по методу типовых кривых в заданный момент времени.	3
3	7	Несимметричное короткое замыкание. Определение тока несимметричного КЗ для начального момента времени.	1
4	10	Угловые характеристики системы при отсутствии и наличии АРН у генератора	2

## 5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	2	Исследование переходных процессов при трехфазном коротком замыкании в простейшей цепи, питающейся от источника бесконечной мощности	2
2	7	Исследование переходных процессов при несимметричных коротких замыканиях в простейшей цепи, питающейся от источника бесконечной мощности	2

3	10	Влияние параметров схемы и способов регулирования напряжения на характеристики мощности электропередачи	2
---	----	---	---

#### 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Экзамен	Основная литература: Винославский (главы 11-16), Веников 1978, 1985. Доп. литература Куликов 2003, 2009 (главы 9-10), Жданов. Метод. пособия для СРС: Пястолов 2017. УММ в эл виде: Пястолов 2017.	8	30
РГР по электромагнитным ПП.	Основная литература: Ульянов (главы 1-7, 9-14), Винославский (главы 2-7). Доп. литература: Куликов 2003, 2009 (главы 1-5, 7); Рожкова (главы 2-3), Ульянов (главы 1-7, 9-14). Метод. пособия для СРС: Столбов 2000, Валеев 2011. УММ в эл. виде: Столбов 2000, Валеев 2011.	7	80
РГР по электромеханическим ПП	Основная литература: Винославский (главы 11-16), Веников 1978, 1985. Доп. литература Куликов 2003, 2009 (главы 9-10), Жданов. Метод. пособия для СРС: Пястолов 2017. УММ в эл виде: Пястолов 2017.	8	27,5
Диф. зачет	Основная литература: Ульянов (главы 1-7, 9-14), Винославский (главы 2-7). Доп. литература: Куликов 2003, 2009 (главы 1-5, 7); Рожкова (главы 2-3), Ульянов (главы 1-7, 9-14). Метод. пособия для СРС: Столбов 2000, Валеев 2011. УММ в эл. виде: Столбов 2000, Валеев 2011.	7	39,75

#### 6. Текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

##### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления
1	7	Текущий контроль	РГР №1	1	16	16 баллов при сдаче и за работы в установленный срок. Баллы вычитаются при сдаче работы позже установленного срока - за каждую последующую неделю.

						неделю минус 2 балла. Минимальный балл - 5.
2	7	Текущий контроль	РГР № 2	1	16	16 баллов при сдаче и зачете работы в установленный срок. Баллы вычитаются при сдаче работы позже установленного срока - за каждую последующую неделю минус 2 балла. Минимальный балл - 5.
3	7	Текущий контроль	РГР 3 или посещаемость	1	8	Посещаемость. За каждое посещение (2 академ. часа) по 1 балл. При пропуске более половины занятий - решается задача - РГР 3. 8 баллов при сдаче и зачете работы в установленный срок. Баллы вычитаются при сдаче работы позже установленного срока - за каждую последующую неделю минус 1 балл. Минимальное количество баллов - 4.
4	7	Промежуточная аттестация	Итоговый тест	-	60	Итоговый тест проводится по материалам изученных дисциплин. Баллы начисляются за правильные ответы. Максимальное количество баллов - 60.
5	7	Бонус	Победа или участие в предметных олимпиадах/конференциях/конкурсах/написание статьи по темам дисциплины	-	15	+15 % за призовое место на олимпиаде/конференции международного уровня, написание статьи scopus, ВАК. +10 % за призовое место на олимпиаде/конференции российского уровня, написание статьи в российских журналах. +5 % за призовое место на олимпиаде/конференции университетского уровня, написание статьи РИНЦ. +1 % за участие в олимпиаде/конференции.
6	8	Текущий контроль	РГР №4	1	20	Решение 1 и 2 пунктов КР. 20 баллов при сдаче и зачете работы в установленный срок. Баллы вычитаются при сдаче работы позже установленного срока - за каждую последующую неделю минус 2 балла. Минимальный балл - 8.
7	8	Текущий контроль	Лаб. работы	1	20	Две ЛР по 10 баллов каждая. 1) Своевременность: отчет по работе представлен вовремя; 2) Качество: отчет представлен в течение установленного срока.

						недели после срока - 1 балл. отчет представлен поздно - 1 балл. 2) Качество выполнения работы: в момент первой проверки выполнены все требования, указанные в учебном пособии без ошибок - 4 балла. Баллы за качество снижаются за каждую повторную сдачу работы, проверку минус 1 балл. 3) Защита работы: правильно раскрыты развернутые ответы на 2 вопроса при защите работы - 4 балла (балла).
8	7	Бонус	Победа или участие в предметных олимпиадах/конференциях/конкурсах по темам дисциплины	-	15	+15 % за призовое место в олимпиаде/конференции международного уровня, написание статьи scopus, ВАК. +10 % за призовое место в олимпиаде/конференции российского уровня, написание статьи в российских журналах. +5 % за призовое место в олимпиаде/конференции университетского уровня, написание статьи РИНЦ. +1 % за участие в олимпиаде/конференции.
9	8	Промежуточная аттестация	Итоговый тест	-	60	Итоговый тест проводится по материалам изученных дисциплин. Баллы начисляются за правильные ответы. Максимальное количество баллов – 60.

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	Количество баллов, полученное по результатам итогового теста суммируется с баллами, полученными во время семестра (при этом и РГР и ЛР должны быть обязательно выполнены хотя бы с минимальным баллом) и с бонусными баллами. Итоговая оценка по дисциплине выводится автоматически: ОТЛИЧНО - величина рейтинга обучающегося по дисциплине 85...100 %; ХОРОШО - величина рейтинга обучающегося по дисциплине 75...84 %; УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО - величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...74 %; НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО - величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения
дифференцированный зачет	Количество баллов, полученное по результатам итогового теста суммируется с баллами, полученными во время	В соответствии с пп. 2.5, 2.6



	семестра (при этом минимум по каждому текущему контролю должен быть студентов выполнен) и с бонусными баллами. Итоговая оценка по дисциплине выводится автоматически: ОТЛИЧНО - величина рейтинга обучающегося по дисциплине 85...100 %; ХОРОШО - величина рейтинга обучающегося по дисциплине 75...84 %; УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО - величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...74 %; НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО - величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 % .	Положения
--	---	-----------

### 6.3. Оценочные материалы

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
ПК-1	Знает: Основные характеристики и параметры электрооборудования систем электроснабжения, Методы расчета переходных режимов в системах электроснабжения	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-1	Умеет: Выполнять расчеты токов коротких замыканий и оценку устойчивости систем электроснабжения, Выбирать оборудование систем электроснабжения с учетом переходных режимов	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Фонды оценочных средств по каждому контрольному мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Ульянов, С. А. Электромагнитные переходные процессы в электрических системах учебник для электротехн. и энергет. вузов и фак. С. А. Ульянов. - Изд. 2-е, стер. - М.: АРИС, 2010. - 518 с. черт.
2. Винославский, В. Н. Переходные процессы в системах электроснабжения Учеб. для вузов по спец."Электроснабжение"(по отрасл.) В. Н. Винославский, Г. Г. Пивняк, Л. И. Несен и др.; Под ред. В. Н. Винославского. - Киев: Выща школа, 1989. - 422 с. ил.
3. Веников, В. А. Переходные электромеханические процессы в электрических системах Учебник. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1985. - 536 с.
4. Веников, В. А. Переходные электромеханические процессы в электрических системах Учебник для вузов. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1978. - 415 с. ил.

#### б) дополнительная литература:

1. Куликов, Ю. А. Переходные процессы в электрических системах [Текст] Учеб. пособие Ю. А. Куликов. - 2-е изд., испр. и доп. - Новосибирск: НГТУ, 2006. - 282 с.
2. Куликов, Ю. А. Переходные процессы в электрических системах Учеб. пособие для подгот. бакалавров и дипломир. специалистов по направлению "Электроэнергетика" Ю. А. Куликов; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск; М.: НГТУ: Мир: АСТ, 2003. - 283 с. ил.

3. Ульянов, С. А. Электромагнитные переходные процессы в электрических системах Учеб. для электротехн. и энергет. вузов и фак. С. А. Ульянов. - М.: Энергия, 1970. - 517 с. черт.

4. Рожкова, Л. Д. Электрооборудование электрических станций и подстанций [Текст] учебник для сред. проф. образования по специальностям 140206 "Электр. станции, сети и системы", 140203 "Релейная защита и автоматизация электроэнергет. систем" Л. Д. Рожкова, Л. К. Карнеева, Т. В. Чиркова. - 6-е изд., стер. - М.: Академия, 2009. - 446, [1] с. ил.

5. Жданов, П. С. Вопросы устойчивости электрических систем [Текст] П. С. Жданов ; под ред. Л. А. Жукова. - Изд. стер. - М.: Альянс, 2019. - 455 с. ил.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. 4. Переходные процессы в системах электроснабжения: учебное пособие к курсовому проектированию / В.В. Пястолов, А.В. Хлопова. – Челябинск, Издательский центр ЮУрГУ, 2017. – 25 с.

2. Переходные процессы в системах электроснабжения: методические указания по лабораторным работам / сост.: В.В. Пястолов, А.В. Хлопова Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2013. 24с.

3. Столбов Ю.А. Электромагнитные переходные процессы в системах электроснабжения. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2000 – 251 с.

4. Электромагнитные переходные процессы в системах электроснабжения: учебное пособие / Г.С. Валеев, В.В. Пястолов, Ю.А. Столбов, А.В. Хлопова. – Челябинск, Издательский центр ЮУрГУ, 2011. – 41 с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. 4. Переходные процессы в системах электроснабжения: учебное пособие к курсовому проектированию / В.В. Пястолов, А.В. Хлопова. – Челябинск, Издательский центр ЮУрГУ, 2017. – 25 с.

2. Переходные процессы в системах электроснабжения: методические указания по лабораторным работам / сост.: В.В. Пястолов, А.В. Хлопова Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2013. 24с.

3. Столбов Ю.А. Электромагнитные переходные процессы в системах электроснабжения. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2000 – 251 с.

4. Электромагнитные переходные процессы в системах электроснабжения: учебное пособие / Г.С. Валеев, В.В. Пястолов, Ю.А. Столбов, А.В. Хлопова. – Челябинск, Издательский центр ЮУрГУ, 2011. – 41 с.

## Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная	РД 153-34.0-20.527–98. Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору электрооборудования.

		система издательства Лань	[Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : ЭНАС, 2013. — 144 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/38586">http://e.lanbook.com/book/38586</a>
2	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Электронный каталог ЮУрГУ	Электромагнитные переходные процессы в системах электро-снабжения: учебное пособие / Г.С. Валеев, В.В. Пястолов, Ю.А. Столбов, А.В. Хлопова. – Челябинск, Издательский центр ЮУрГУ, 2011. – 41 с. <a href="http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000502873">http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000502873</a>
3	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Электронный каталог ЮУрГУ	Переходные процессы в системах электроснабжения: методические указания по лабораторным работам / сост.: В.В. Пястолов, А.В. Хлопова Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2013. 24с. <a href="http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000514205">http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000514205</a>
4	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Электронный каталог ЮУрГУ	Переходные процессы в системах электроснабжения: учебное пособие к курсовому проектированию / В.В. Пястолов, А.В. Хлопова. – Челябинск, Издательский центр ЮУрГУ, 2017. – 25 с. <a href="http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000552891">http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000552891</a>

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Windows(бессрочно)
2. Microsoft-Office(бессрочно)
3. PTC-MathCAD(бессрочно)
4. Math Works-MATLAB (Simulink R2008a, SYMBOLIC MATH)(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)
2. -Техэксперт(30.10.2017)

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	380 (1)	Проектор и программное обеспечение для демонстрации презентаций
Лабораторные занятия	153 (1)	Компьютерная техника, программное обеспечение, обеспечивающее проведение лабораторных работ по дисциплине