

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 Бажин В.Ю.

**УТВЕРЖДАЮ**

\_\_\_\_\_  
Декан факультета  
переработки минерального сырья  
доцент Петров П.А.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**АВТОМАТИЗАЦИЯ ГИДРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

**Уровень высшего образования** – подготовка кадров высшей квалификации

**Направление подготовки:** 09.06.01 Информатика и вычислительная техника

**Направленность (профиль):** Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (металлургия)

**Форма обучения:** очная

**Нормативный срок обучения:** 4 года

**Составители:** доцент, к.т.н. Петров П.А.

Санкт-Петербург

**Рабочая программа дисциплины** «Автоматизация гидрометаллургических процессов» составлена:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 09.06.01 Информатика и вычислительная техника (уровень профессионального образования: высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации), утв. приказом Минобрнауки России от 30 июля 2014 г. N 875 (ред. от 30.04.2015 N 464);

- на основании учебного плана направленности (профиля) Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (металлургия) по направлению 09.06.01 Информатика и вычислительная техника.

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры** Автоматизации технологических процессов и производств от «31» августа 2020 г., протокол № 1

**Составители:**



к.т.н.

П.А. Петров

**Рабочая программа согласована:**

Декан факультета аспирантуры и докторантуры



к.т.н.

В.В. Васильев

Заведующий кафедрой автоматизации технологических процессов и производств



д.т.н.

В.Ю. Бажин

## ЛИСТ АКТУАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

*Рабочая программа дисциплины «Автоматизация гидрометаллургических процессов» рассмотрена и актуализирована на заседании кафедры Автоматизации технологических процессов и производств*

№ п/п	№ протокола заседания кафедры	Дата протокола кафедры	Основание
1	16	«18» мая 2021	Договор с Электронно-библиотечной системой «Лань» № Д041(44)-04/21 от 28.04.2021
2	15	«23» мая 2022	Договор с Электронно-библиотечной системой «Лань» № Д063(44)-04/22 от 28.04.2022

## 1. Цели и задачи дисциплины

### Цели дисциплины:

Формирование у аспирантов углубленных профессиональных знаний об общих закономерностях, определяющих условия функционирования гидromеталлургических процессов и методах их контроля и управления. Основные методы и технические средства для измерения и контроля основных технологических параметров процессов в гидromеталлургии.

### Основными задачами изучения дисциплины являются:

- формирование представления об основных закономерностях термодинамики и кинетики процессов, протекающих в основных технологических аппаратах гидromеталлургических производств, и методах математического описания гидromеталлургических агрегатов;
- формирование представления о методах контроля и регулирования основных технологических параметров при переработке природного сырья гидromеталлургическими способами;
- формирование представления о применении законов химической кинетики и термодинамики для определения оптимального управления гидromеталлургическими процессами;
- формирование навыков экспериментального определения статических и динамических характеристик основных гидromеталлургических агрегатов;
- подготовка аспирантов к применению полученных знаний при осуществлении конкретных фундаментальных и прикладных исследований и разработок инженерных основ инновационных технологий.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина является выборной, входит в состав Блока 1, который в полном объеме относится к вариативной части основной профессиональной образовательной программы высшего образования - программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (ОПОП ВО аспирантуры) по направлению подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника, направленность (профиль): Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (металлургия).

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины обучающимися направлен на формирование следующих профессиональных компетенций:

- способность выбирать технические и программные средства для построения верхнего уровня АСУТП и разрабатывать алгоритмы управления с использованием первичной информации о процессе и сформулированного критерия оптимального функционирования, разрабатывать программы оптимального управления металлургическими процессами, обеспечивающие заданное качество целевых продуктов при минимальном расходе энергии (ПК-4);
- способность разрабатывать математические модели основных стадий металлургических процессов и использовать их в контуре управления технологическими схемами в оптимальном режиме (ПК-5).

В результате изучения дисциплины обучающийся должен демонстрировать способность и готовность:

*в научно-исследовательской деятельности:*

- разрабатывать математические модели аппаратов гидromеталлургической промышленности на основании исходных данных и определение оптимальных параметров протекания данных процессов;

*в научно-инновационной деятельности (в соответствии с профилем подготовки):*

- проводить исследования гидromеталлургических процессов на предмет оптимальных параметров и строить системы управления, позволяющие этих параметров достичь.

### 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-4	Способность выбирать технические и программные средства для построения верхнего уровня АСУТП и разрабатывать алгоритмы управления с использованием первичной информации о процессе, обеспечивающие заданное качество целевых продуктов при минимальном расходе энергии	<b>Выпускник знает:</b> физико-химических закономерности протекания основных процессов гидрометаллургической технологии: классификация и подготовка сырья, выщелачивания, окислительного выщелачивания, разделения суспензий, сушки, ректификации, экстракции, очистки газов, основных параметрах регулирования этих процессов. <b>Умеет:</b> выявлять, анализировать и интерпретировать закономерности в области протекания процессов химической технологии и использовать их для определения методов автоматического контроля и управления и создания систем управления технологическими схемами гидрометаллургических процессов. <b>Владеет навыками:</b> планирования и проведения лабораторных и промышленных исследований, обработки и проведения параметрической и структурной идентификации схем управления промышленными агрегатами в гидрометаллургии.	В соответствии с учебным планом
2.	ПК-5	Способность разрабатывать математические модели основных стадий металлургических процессов и использовать их в контуре управления технологическими схемами в оптимальном режиме	<b>Выпускник знает:</b> принципы теоретического описания и математического моделирования гетерогенных процессов в многофазных потоках и агрегатах на основе представлений о физико-химических закономерностях протекания основных процессов гидрометаллургической технологии. <b>Умеет:</b> разрабатывать математические модели под конкретные гидрометаллургические процессы. <b>Владеет навыками:</b> создания оптимальных математических моделей, построения схем управления гидрометаллургическими производствами.	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 компетенций 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 8 тем, содержание которых направлено на изучение кинетики и термодинамики реакций в гидрометаллургических агрегатах, построение математических моделей различных гидрометаллургических аппаратов, изучение схем управления в основных гидрометаллургических процессах.

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: дифференцированный зачет 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	180	76	104
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	60	30	30
Лекции	20	10	10
Практические занятия (семинары)	40	20	20
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	120	46	74
<b>Вид аттестации</b>	Диф. зачёт	Диф. зачёт	Диф. зачёт

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

Тема № п/п	Наименование тем	Всего часов	Количество часов по видам занятий		
			Лекции	Практические занятия (семинары)	Самостоятельная работа
3 семестр					
1	Автоматизация процессов выщелачивания в цинковом производстве.	12	2		10
2	Автоматизация процессов выщелачивания в глиноземном производстве.	32	4	12	16

Тема № п/п	Наименование тем	Всего часов	Количество часов по видам занятий		
			Лекции	Практические занятия (семинары)	Самостоятельная работа
3	Автоматизация процессов выщелачивания в никелевом производстве.	12	2		10
4	Автоматизация процессов сгущения и фильтрации	20	2	8	10
4 семестр					
5	Автоматизация процессов очистки растворов в цинковом производстве.	28	2	6	20
6	Автоматизация процессов очистки растворов в никелевом производстве.	28	2	6	20
7	Автоматизация процессов карбонизации и декомпозиции в глиноземном производстве.	32	4	8	20
8	Автоматизация процессов выпаривания	16	2		14
	<b>Итого по дисциплине</b>	<b>180</b>	<b>20</b>	<b>40</b>	<b>120</b>

### 4.3. Содержание учебной дисциплины

#### Тема 1. Автоматизация процессов выщелачивания в цинковом производстве.

Назначение процесса выщелачивания. Основные технологические параметры. Вопросы автоматизации. Схемы регулирования кислотного режима. Автоматическое регулирование подачи пульпы в сгустители. Автоматическое управление выпуском песков при мокрой классификации.

#### *Самостоятельная работа.*

Схема автоматического регулирования. Регулируемые величины. Возможные колебания величин. Принцип регулирования. Типы автоматических регуляторов.

#### *Практические занятия.*

Не предусмотрены.

#### *Рекомендуемая литература:*

основная: [1-4];

дополнительная: [1-2].

#### Тема 2. Автоматизация процессов выщелачивания в глиноземном производстве.

Автоматизация процесса непрерывного выщелачивания спека. Цель автоматического регулирования. Управляющие воздействия. Структурная схема автоматического управления выщелачиванием спека. Автоматизация процесса автоклавного выщелачивания боксита. Функциональная схема САУ. Структура регулятора.

#### *Самостоятельная работа.*

Схема автоматического регулирования. Регулируемые величины. Возможные колебания величин. Принцип регулирования. Типы автоматических регуляторов.

***Практические занятия.***

Функциональная схема автоматического управления процессами выщелачивания в глиноземном производстве.

***Рекомендуемая литература:***

основная: [1-4];

дополнительная: [1-2].

**Тема 3. Автоматизация процессов выщелачивания в никелевом производстве.**

Типы автоклавных установок. Функциональная схема САУ автоклавной установки колонного типа. Параметры контроля и регулирования.

***Самостоятельная работа.***

Схема автоматического регулирования. Регулируемые величины. Возможные колебания величин. Принцип регулирования. Типы автоматических регуляторов.

***Практические занятия.***

Не предусмотрены.

***Рекомендуемая литература:***

основная: [1-4];

дополнительная: [1-2].

**Тема 4. Автоматизация процессов сгущения и фильтрации.**

Автоматическое управление разгрузкой сгустителей. Исследование динамических характеристик. Автоматизация вращающихся барабанных и дисковых вакуум-фильтров. Варианты схем управления. Автоматизация свечевых фильтров.

Дифференцированный зачет.

***Самостоятельная работа.***

Схема автоматического регулирования. Регулируемые величины. Возможные колебания величин. Принцип регулирования. Типы автоматических регуляторов.

***Практические занятия.***

Схема автоматизации процесса фильтрации.

***Рекомендуемая литература:***

основная: [1-4];

дополнительная: [1-2].

**Тема 5. Автоматизация процессов очистки растворов в цинковом производстве.**

Операции очистки. Автоматизация процесса очистки от хлора. Автоматизация процесса очистки от железа. Автоматизация процесса очистки от меди, кадмия и кобальта. Функциональная схема САУ очистки.

***Практические занятия.***

Функциональная схема автоматизации процесса очистки от меди, кадмия и кобальта.

***Самостоятельная работа.***

Схема автоматического регулирования. Регулируемые величины. Возможные колебания величин. Принцип регулирования. Типы автоматических регуляторов.

***Рекомендуемая литература:***

основная: [1-4];

дополнительная: [1-2].

**Тема 6. Автоматизация процессов очистки растворов в никелевом производстве.**

Операции очистки. Автоматизация цикла транспортирования раствора. Автоматизация процесса очистки от железа. Автоматизация процесса очистки от меди в цементаторах с «кипящим» слоем. Автоматизация процесса очистки от кобальта. Автоматизация процесса производства карбоната никеля. Функциональная схема САУ очистки.



**Практические занятия.**

Автоматизация процесса очистки от меди в цементаторах с «кипящим» слоем.

**Самостоятельная работа.**

Схема автоматического регулирования. Регулируемые величины. Возможные колебания величин. Принцип регулирования. Типы автоматических регуляторов.

**Рекомендуемая литература:**

основная: [1-4];

дополнительная: [1-2].

**Тема 7. Автоматизация процессов карбонизации и декомпозиции в глиноземном производстве.**

Автоматизация процесса непрерывной карбонизации алюминатных растворов. Назначение процесса карбонизации. Схема автоматического управления процессом непрерывной карбонизации. Автоматизация процесса декомпозиции алюминатных растворов. Функциональная схема САУ процессом декомпозиции алюминатного раствора.

**Практические занятия.**

Функциональная схема САУ процессом декомпозиции алюминатного раствора.

**Самостоятельная работа.**

Схема автоматического регулирования. Регулируемые величины. Возможные колебания величин. Принцип регулирования. Типы автоматических регуляторов.

**Рекомендуемая литература:**

основная: [1-4];

дополнительная: [1-2].

**Тема 8. Автоматизация процессов выпаривания.**

Выпарная батарея. Задача управления, выходные параметры. Система автоматического регулирования выпарной батареи для упаривания алюминатного раствора.

Дифференцированный зачет.

**Практические занятия.**

Не предусмотрены.

**Самостоятельная работа.**

Схема автоматического регулирования. Регулируемые величины. Возможные колебания величин. Принцип регулирования. Типы автоматических регуляторов.

**Рекомендуемая литература:**

основная: [1-4];

дополнительная: [1-2].

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

При изучении дисциплины «Автоматизация гидрометаллургических процессов» 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.

**Консультации** (текущая консультация, накануне дифференцированного зачета, экзамена) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям.

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

**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 и итогового контроля изучения дисциплины**

### **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. Основной формой текущего контроля знаний является обсуждение на консультациях вопросов тем и контрольных вопросов (устный ответ).

### **6.2 Критерии оценивания результатов текущего контроля** **Критерии оценивания устных ответов обучающихся**

Развернутый ответ аспиранта должен представлять собой связанное, 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.

Оценка «отлично». Ответы на поставленные вопросы излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений. Полно раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Делаются обоснованные выводы. Соблюдаются нормы литературной речи.

Оценка «хорошо». Ответы на поставленные вопросы излагаются систематизированно и последовательно. Материал излагается уверенно. Раскрыты причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер. Соблюдаются нормы литературной речи.

Оценка «удовлетворительно». Допускаются нарушения в последовательности изложения. Неполно раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Демонстрируются поверхностные знания вопроса, с трудом решаются конкретные задачи. Имеются затруднения с выводами. Допускаются нарушения норм литературной речи.

Оценка «неудовлетворительно». Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний по дисциплине. Не раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Не проводится анализ. Выводы отсутствуют. Ответы на дополнительные вопросы отсутствуют. Имеются заметные нарушения норм литературной речи.

### **6.3 Цель и основные задачи дифференцированного зачёта по дисциплине**

Дифференцированный зачет имеет целью проверить знание и понимание обучающимися основных гидрOMETаллургических процессов и их параметров, знание основных программных средств для построения математических моделей аппаратов гидрOMETаллургической

промышленности и знание основных систем управления, применяемых для оптимизации гидрометаллургических процессов.

Индекс контролируемых компетенций — ПК-4, ПК-5.

#### **6.4 Порядок проведения дифференцированного зачета**

Дифференцированный зачет проводится путем устного собеседования с обучающимся по материалам дисциплины с выставлением оценок.

#### **6.5 Перечень вопросов для проведения дифференцированного зачета**

1. Назначение процесса выщелачивания.
2. Схемы регулирования кислотного режима.
3. Автоматическое регулирование подачи пульпы в сгустители.
4. Автоматическое управление выпуском песков при мокрой классификации
5. Автоматизация процесса непрерывного выщелачивания спека.
6. Структурная схема автоматического управления выщелачиванием спека.
7. Автоматизация процесса автоклавного выщелачивания боксита.
8. Типы автоклавных установок.
9. Функциональная схема САУ автоклавной установки колонного типа.
10. Автоматическое управление разгрузкой сгустителей.
11. Автоматизация вращающихся барабанных и дисковых вакуум-фильтров.
12. Автоматизация процесса очистки от хлора.
13. Автоматизация процесса очистки от железа.
14. Автоматизация процесса очистки от меди, кадмия и кобальта.
15. Автоматизация цикла транспортирования раствора.
16. Автоматизация процесса очистки от железа.
17. Автоматизация процесса очистки от меди в цементаторах с «кипящим» слоем.
18. Автоматизация процесса очистки от кобальта.
19. Автоматизация процесса производства карбоната никеля.
20. Автоматизация процесса непрерывной карбонизации алюминатных растворов.
21. Назначение процесса карбонизации.
22. Схема автоматического управления процессом непрерывной карбонизации.
23. Автоматизация процесса декомпозиции алюминатных растворов.
24. Выпарная батарея. Задача управления, выходные параметры.
25. Система автоматического регулирования выпарной батареи для упаривания алюминатного раствора.

#### **6.6. Критерии и процедура оценивания результатов дифференцированного зачета**

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

При оценке ответа обучающегося необходимо руководствоваться следующими критериями:

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

Оценка «отлично». Ответы на поставленные вопросы излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений. Полно раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Делаются обоснованные выводы. Соблюдаются нормы литературной речи.

Оценка «хорошо». Ответы на поставленные вопросы излагаются систематизировано и последовательно. Материал излагается уверенно. Раскрыты причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер. Соблюдаются нормы литературной речи.

Оценка «удовлетворительно». Допускаются нарушения в последовательности изложения.

Неполно раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Демонстрируются поверхностные знания вопроса, с трудом решаются конкретные задачи. Имеются затруднения с выводами. Допускаются нарушения норм литературной речи.

Оценка «неудовлетворительно». Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний по дисциплине. Не раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Не проводится анализ. Выводы отсутствуют. Ответы на дополнительные вопросы отсутствуют. Имеются заметные нарушения норм литературной речи.

Итоговая оценка не может превышать оценки, полученной по результатам выполнения самостоятельной работы, и заносится в зачетную ведомость.

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

### 7.1. Обеспеченность литературой

#### Основная:

1. Герасимов, А.В. Проектирование АСУТП с использованием SCADA-систем : учебное пособие / А.В. Герасимов, А.С. Титовцев ; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет». - Казань : Издательство КНИТУ, 2014  
Электронная ссылка: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=427985](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=427985)
2. Горенский, Б. М. Информационные технологии в цветной металлургии [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б. М. Горенский, О. В. Кирякова, С. В. Ченцов. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012  
Электронная ссылка: <http://znanium.com/bookread2.php?book=442092>
3. Моделирование процессов и объектов в металлургии: Учебник / И.О. Леушин. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2013  
Электронная ссылка: <http://znanium.com/bookread2.php?book=401597>
4. Современная автоматика в системах управления технологическими процессами: Учеб. пос. / В.П. Ившин, М.Ю. Перухин - М.: НИЦ Инфра-М, 2013  
Электронная ссылка: <http://znanium.com/bookread2.php?book=363591>

#### Дополнительная:

1. Вольдман Г.М. Основы экстракционных и ионообменных процессов гидрометаллургия. М.: Металлургия, 1982. 376 с.
2. Трофимов В.Б. Интеллектуальные автоматизированные системы управления технологическими объектами : учебно–практическое пособие [Электронный ресурс]/ В.Б. Трофимов, С.М. Кулаков. – Москва ; Вологда : Инфра–Инженерия, 2017. – 233 с.  
Электронная ссылка: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=466931](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=466931)

## 7.2. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспиранта

— Методические указания для самостоятельной работы аспирантов

1. Современная автоматика в системах управления технологическими процессами: Учеб. пос. / В.П. Ившин, М.Ю. Перухин - М.: НИЦ Инфра-М, 2013  
Электронная ссылка: <http://znanium.com/bookread2.php?book=363591>

## 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:

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

## 7.5 Современные профессиональные базы данных:

1. Электронная база данных Scopus <https://scopus.com>
2. «Clarivate Analytics» <https://Clarivate.com>
3. «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/>.

## 8. Материально-техническое обеспечение

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 и практических занятий, 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.

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

1. Санкт-Петербург, 21-я линия В.О., д.2-4/45, литера 3

Учебный центр №1, учебно-лабораторный корпус № 3

Аудитория 3302– для проведения лекционных занятий

Оснащенность помещения: 40 посадочных мест

Доска интерактивная мобильная DigitalBoard 6827.306 A2S – 1 шт., стол – 21 шт., стул – 41 шт., трибуна - 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional

ГК № 447-06/11 от 06.06.11 «На поставку оборудования» (обслуживание до 2020 года)

Microsoft Office 2007 Professional Plus Microsoft Open License 46822807

от 22.12.2009 (обслуживание до 2020 года)

2. Санкт-Петербург, 21-я линия В.О., д.2-4/45, литера 3

Учебный центр №1, учебно-лабораторный корпус № 3

Аудитория 3307-для проведения практических занятий

Оснащенность помещения: 16 посадочных мест

Мультимедийный проектор – 1 шт., стол – 9 шт., стул – 17, стенд учебно-демонстрационный по процесс-технике на базе компакт-станции комплектация 1 – 1 шт., стенд учебно-демонстрационный по процесс-технике на базе компакт-станции комплектация 2 – 1 шт., система управления взрывобезопасностью автоматизированным конвейерным транспортом и погрузочно-разгрузочными машинами – 1 шт., компьютер LenovoDesktopTCM900 – 13 шт. (возможность доступа к сети «Интернет»), монитор LenovoThinkVision 21.5” E2223s 1920x1080 LED- 13 шт., рабочее место автоматизированное – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: MicrosoftWindows 7 Professional ГК № 447-06/11 от 06.06.11 «На поставку оборудования» (обслуживание до 2020 года)

Microsoft Office 2010 Professional Plus Microsoft Open License 60799400

от 20.08.2012 (обслуживание до 2020 года).

### **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 студентов, 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 студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) – 2 шт., стол компьютерный для студентов (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., стула – 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 BFH030-12 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 «Рисо» -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**

Освоение дисциплины осуществляется с помощью специальных компьютерных математических пакетов EXEL, RTD, ReactOp, Thermex, ASPEN, Matlab.

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

2. Microsoft Office 2007 Standard (договор бессрочный Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007)

3. 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).