


ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ


Руководитель ОПОП ВО
доцент Ю.В. Ильюшин

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО
ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ, УПРАВЛЕНИЕ И ОБРАБОТКА
ИНФОРМАЦИИ (ПРОМЫШЛЕННОСТЬ)**

Уровень высшего образования:	Подготовка кадров высшей квалификации
Направление подготовки:	09.06.01 Информатика и вычислительная техника
Направленность (профиль):	Системный анализ, управление и обработка информации (промышленность)
Форма обучения:	очная
Нормативный срок обучения:	4 года
Составитель:	д.т.н., профессор Д.А. Первухин

Дисциплина входит в состав 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): Системный анализ, управление и обработка информации (промышленность).

– Целью изучения дисциплины «Системный анализ, управление и обработка информации (промышленность)» является формирование знаний в области математических дисциплин, включая знания, умения навыки и социально-личностные качества, обеспечивающие успешность научно- педагогической деятельности.

Основные задачи дисциплины:

- изучение основных принципов и методов системного анализа и управления;
- формирование умений в области применения основных методов системного анализа и управления при решении комплекса задач теории и практики управления;
- владение основными методами на уровне, позволяющем получать качественные результаты при решении теоретических и прикладных задач теории управления, вычислительных методов на основных этапах проектирования;
- получение практических навыков работы с методами системного анализа и управления.

Самостоятельная работа аспирантов

Самостоятельная работа аспиранта включает:

- тематическую работу с рекомендованной научной литературой;
- самостоятельное изучение разделов дисциплины;
- исследовательскую работу, анализ научных публикаций по теме курса;
- подготовку к зачетам.

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.

Самостоятельная работа аспирантов - планируемая учебная и научно-исследовательская работа аспирантов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя.

Целью самостоятельной работы аспирантов является овладение фундаментальными и профессиональными знаниями и умениями по профилю будущей специальности.

Основные задачи самостоятельной работы аспирантов

- изучение теоретического курса, углубление и расширение теоретического курса, углубление и расширение теоретической подготовки в области правовой охраны интеллектуальной собственности;
- формирование самостоятельного мышления, способностей к саморазвитию и самореализации;
- закрепление полученных теоретических знаний и практических умений;
- использование материала, полученного в ходе самостоятельных занятий в процессе ознакомления с нормативной, справочной документацией и специальной литературой.

Основными формами самостоятельной работы аспирантов по изучаемой дисциплине

являются:

- работа с учебной/научной литературой и углубление знаний при решении практических задач;
- подготовка к зачету.

Самостоятельная работа № 1 и 2 Дискретная модель объекта управления

Ранее описана математическая модель объекта, решение выполняется численными методами. Это означает, что вместо дифференциальных уравнений в частных производных решается аналогичная система конечно-разностных уравнений, в которых дифференциалы искомой функции представлены в дискретной форме по координатам пространства и времени.

Чтобы получить такую модель, исследуемая область разбивается равномерной или неравномерной сеткой на элементарные сопряженные блоки с шагом по пространственным координатам и все физические характеристики объекта в пределах выделенного блока, относят к его центру тяжести (узловой точке). То есть, вместо непрерывного изменения функции во времени и пространстве рассматриваются изменения ее в отдельных точках и через определенные дискретные моменты времени.

Пусть число точек дискретизации по оси X равно I , по оси Y равно J , а по оси Z равно K .

Введем прямоугольную сетку, где i, j, k - координаты узлов сетки;

$\Delta x, \Delta y, \Delta z$ - шаг дискретизации по осям прямоугольной системы координат X, Y, Z соответственно.

На рис. 1 изображена прямоугольная сетка применительно к рассматриваемому объекту. Итак, для составления дискретной модели выделим на рассматриваемой сетке восемь близлежащих друг к другу узлов, расположенных таким образом, что в случае их соединения прямыми отрезками, получим прямоугольный параллелепипед. Полученный в результате этих действий параллелепипед и имеющий в узлах точки $A, A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6, A_7$ изображен на рис. 2.

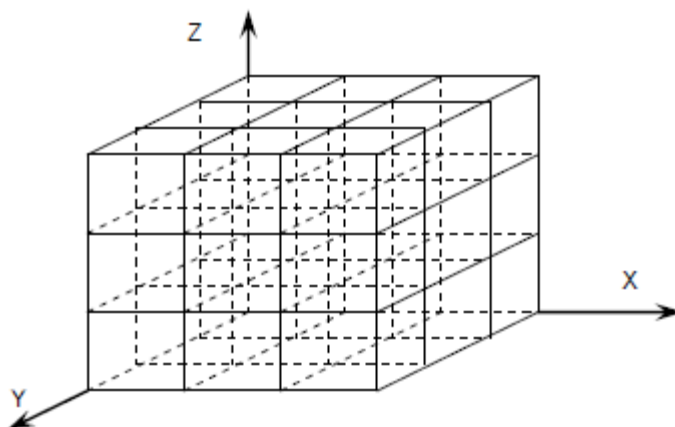


Рис. 1 Прямоугольная сетка

Пусть данные точки имеют координаты: $A (i, j, k)$, $A_1 (i+1, j, k)$, $A_2 (i, j+1, k)$, $A_3 (i, j, k+1)$, $A_4 (i+1, j, k+1)$, $A_5 (i+1, j+1, k)$, $A_6 (i, j+1, k+1)$, $A_7 (i+1, j+1, k+1)$.

Запись координат $i+1$, $j+1$ и $k+1$ указывает на то, что координаты i , j и k соответственно увеличились на один шаг по введенной сетке.

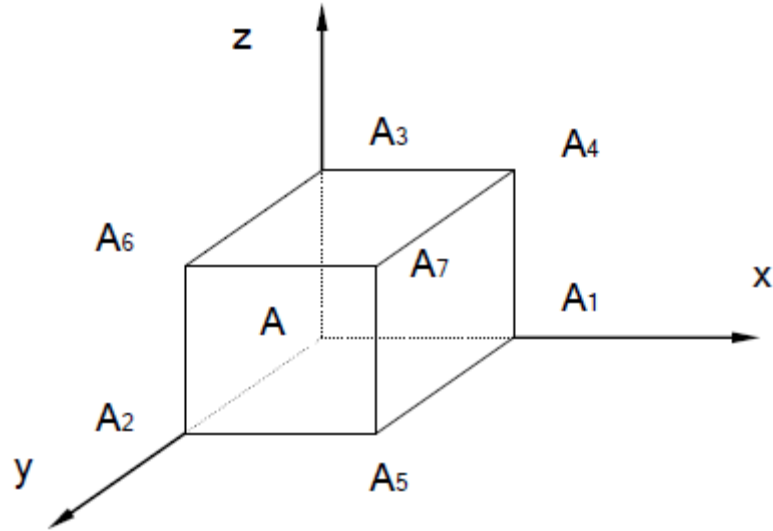


Рис. 2 Прямоугольный параллелепипед

Рассматриваемые пласты разнесены по координате Z . Дискретная модель, описывающая процессы в первом пласте, имеет вид:

$$\Delta S_1[i, j, k] = \Delta t \cdot \left((1/\eta_1[i, j, k]) \cdot (\Delta s_1[i, j, k] + \Delta s_2[i, j, k] + \Delta s_3[i, j, k]) - (F[i, j, k] \cdot \left(\frac{S_1[i, j, k] - S_1[i-1, j, k]}{\Delta x} \right)) \right)$$

где $\Delta s_1[i, j, k] = K_1[i, j, k] \cdot (S_1[i-1, j, k] - 2 \cdot S_1[i, j, k] + S_1[i+1, j, k]) / \Delta x^2$

$$\Delta s_2[i, j, k] = K_2[i, j, k] \cdot (S_1[i, j-1, k] - 2 \cdot S_1[i, j, k] + S_1[i, j+1, k]) / \Delta y^2$$

$$\Delta s_3[i, j, k] = K_3[i, j, k] \cdot (S_1[i, j, k-1] - 2 \cdot S_1[i, j, k] + S_1[i, j, k+1]) / \Delta z^2$$

$$i = \overline{1, I} \quad j = \overline{1, J} \quad k = \overline{k_1 + 1, k_2 - 1}$$

Дискретная модель, описывающая процессы во втором пласте имеет вид:

$$\Delta S_2[i, j, k] = \Delta t \cdot \left((1/\eta_2[i, j, k]) \cdot (\Delta s_1[i, j, k] + \Delta s_2[i, j, k] + \Delta s_3[i, j, k]) - (F[i, j, k] \cdot \left(\frac{S_2[i, j, k] - S_2[i-1, j, k]}{\Delta x} \right)) - S_1[i, j, k] \cdot \delta[i, j, k]) \right),$$

где $\Delta s_1[i, j, k] = K_1[i, j, k] \cdot (S_2[i-1, j, k] - 2 \cdot S_2[i, j, k] + S_2[i+1, j, k]) / \Delta x^2$
 $\Delta s_2[i, j, k] = K_2[i, j, k] \cdot (S_2[i, j-1, k] - 2 \cdot S_2[i, j, k] + S_2[i, j+1, k]) / \Delta y^2$
 $\Delta s_3[i, j, k] = K_3[i, j, k] \cdot (S_2[i, j, k-1] - 2 \cdot S_2[i, j, k] + S_2[i, j, k+1]) / \Delta z^2$
 $i = \overline{1, I} \quad j = \overline{1, J} \quad k = \overline{k_2 + 1, k_3 - 1}$

Дискретная модель, описывающая процессы в третьем пласте имеет вид:

$$\Delta S_3[i, j, k] = \Delta t \cdot \left(\frac{1}{\eta_3[i, j, k]} \cdot (\Delta s_1[i, j, k] + \Delta s_2[i, j, k] + \Delta s_3[i, j, k]) - (F[i, j, k] \cdot \frac{S_3[i, j, k] - S_3[i-1, j, k]}{\Delta x}) \right),$$

где $\Delta s_1[i, j, k] = K_1[i, j, k] \cdot (S_3[i-1, j, k] - 2 \cdot S_3[i, j, k] + S_3[i+1, j, k]) / \Delta x^2$
 $\Delta s_2[i, j, k] = K_2[i, j, k] \cdot (S_3[i, j-1, k] - 2 \cdot S_3[i, j, k] + S_3[i, j+1, k]) / \Delta y^2$
 $\Delta s_3[i, j, k] = K_3[i, j, k] \cdot (S_3[i, j, k-1] - 2 \cdot S_3[i, j, k] + S_3[i, j, k+1]) / \Delta z^2$
 $i = \overline{1, I} \quad j = \overline{1, J} \quad k = \overline{k_3 + 1, k_4 - 1}$

Самостоятельная работа № 3 и 4 Анализ и моделирование гидrolитосферных процессов

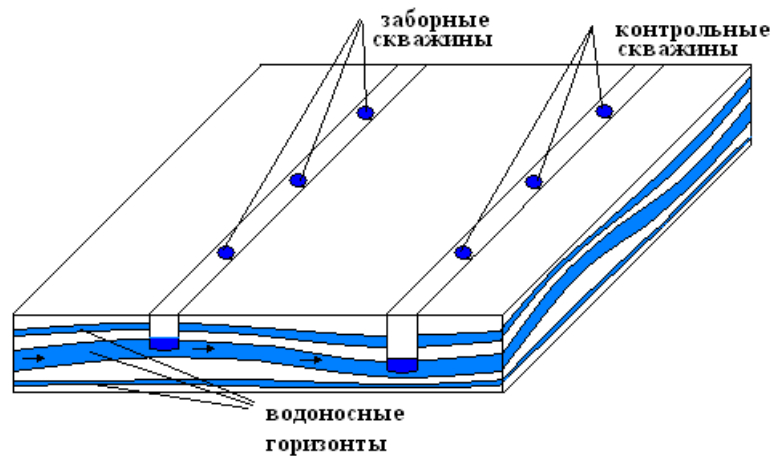


Рис. 3 Объект управления

Добыча минеральной воды в регионе Лермонтова осуществляется с помощью трех рабочих скважин. Измерение уровня понижения давления осуществляется с использованием контрольных скважин расположенных на расстоянии 100 метров от заборных скважин (см. рис. 3).

Рассматриваемая система управления имеет 3 входа и три выхода.

Используя возможность экспериментальных исследований, по известной методике были получены графики переходных процессов, связывающие входы (уровень понижения

давления в зоне расположения рабочих скважин) и выходы (уровень понижения в зоне расположения контрольных скважин).

Входное воздействие - уровень понижения в зоне i рабочей скважины. Функция выхода - уровень понижения в зоне j контрольной скважины.

По результатам моделирования работы объекта были построены графики, которые приведены на рис. 5 - 13.

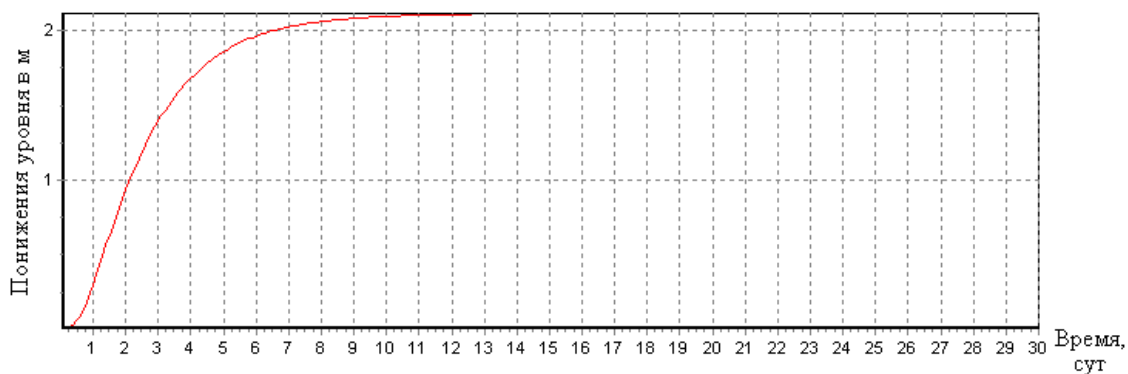


Рис. 4 График функции выхода первой контрольной скважины при входном воздействии U_1 ($100 \text{ м}^3/\text{сут}$)

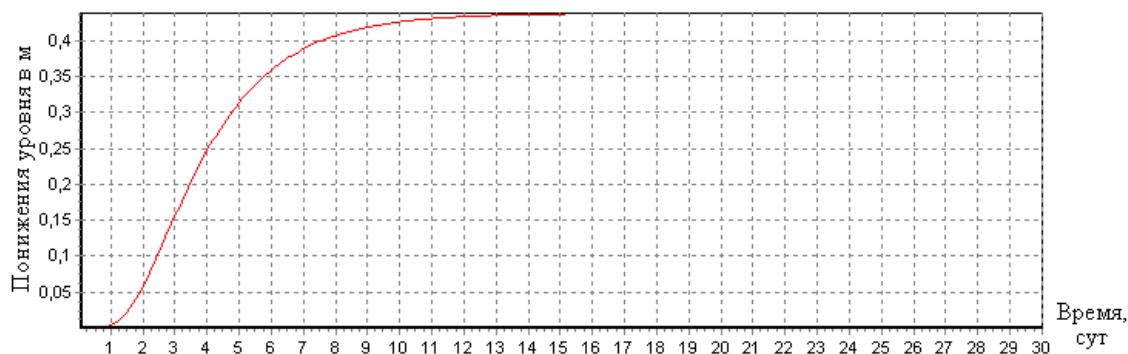


Рис. 5 График функции выхода второй контрольной скважины при входном воздействии U_1 ($100 \text{ м}^3/\text{сут}$)

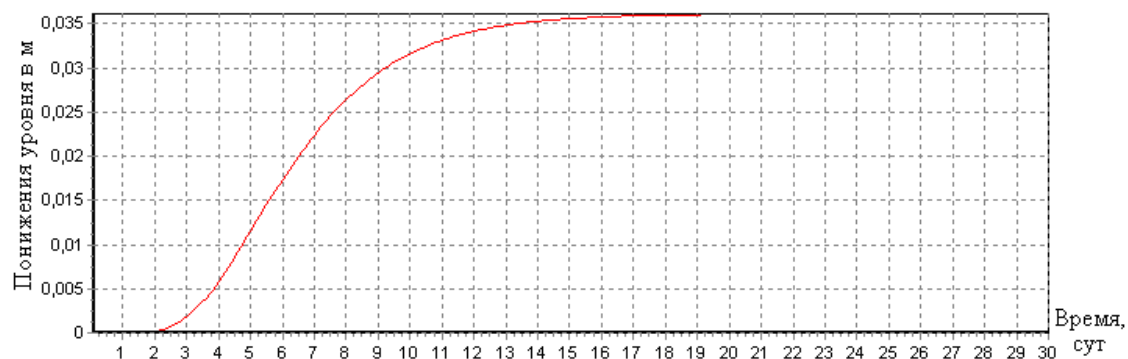


Рис. 6 График функции выхода третьей контрольной скважины при входном воздействии U_1 ($100 \text{ м}^3/\text{сут}$)

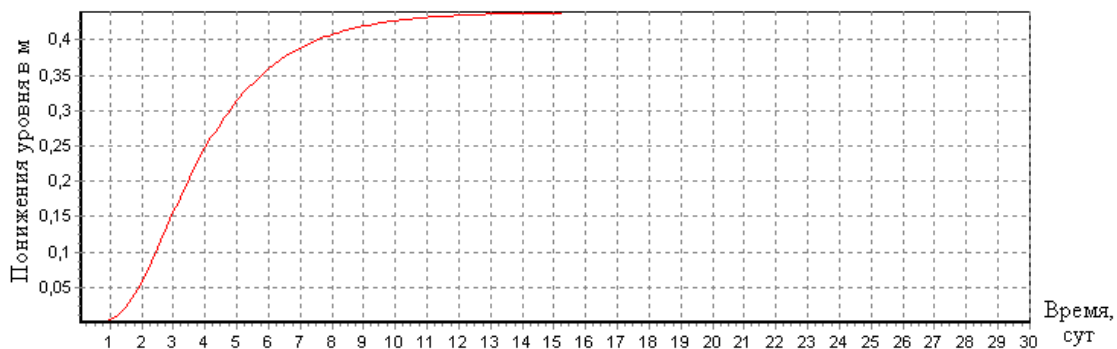


Рис. 7 График функции выхода первой контрольной скважины при входном воздействии U_2 ($100 \text{ м}^3/\text{сут}$)

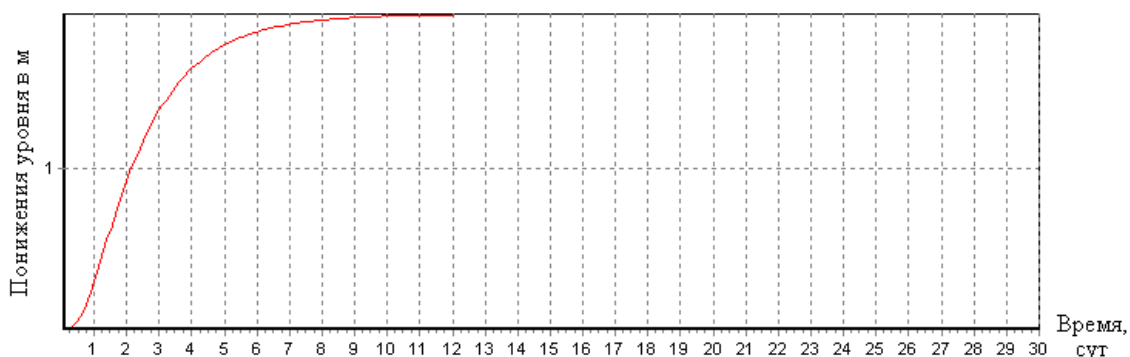


Рис. 8 График функции выхода второй контрольной скважины при входном воздействии U_2 ($100 \text{ м}^3/\text{сут}$)

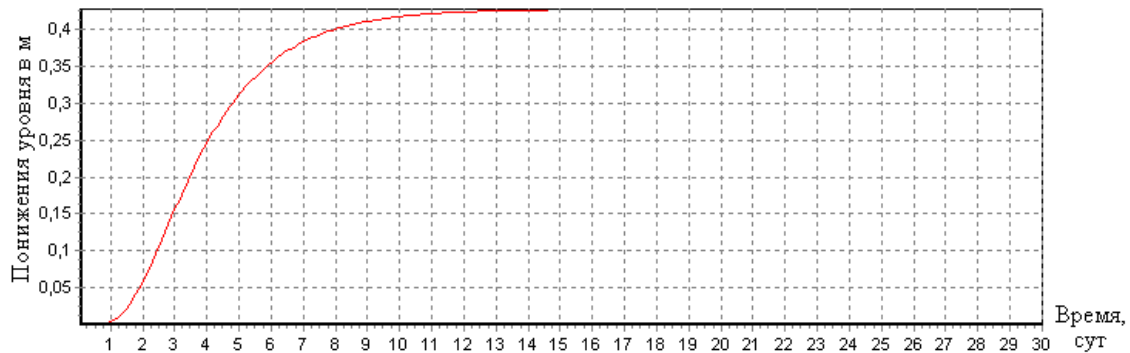


Рис. 9 График функции выхода третьей контрольной скважины при входном воздействии U_2 ($100 \text{ м}^3/\text{сут}$)

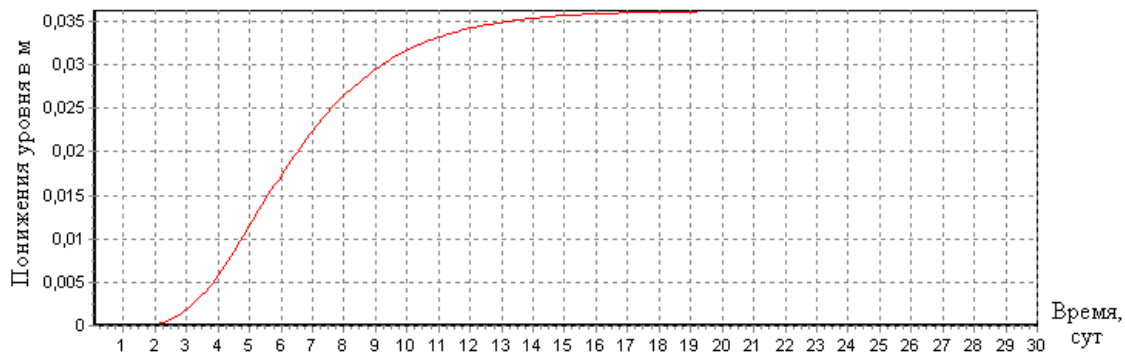


Рис. 10 График функции выхода первой контрольной скважины при входном воздействии U_3 ($100 \text{ м}^3/\text{сут}$)

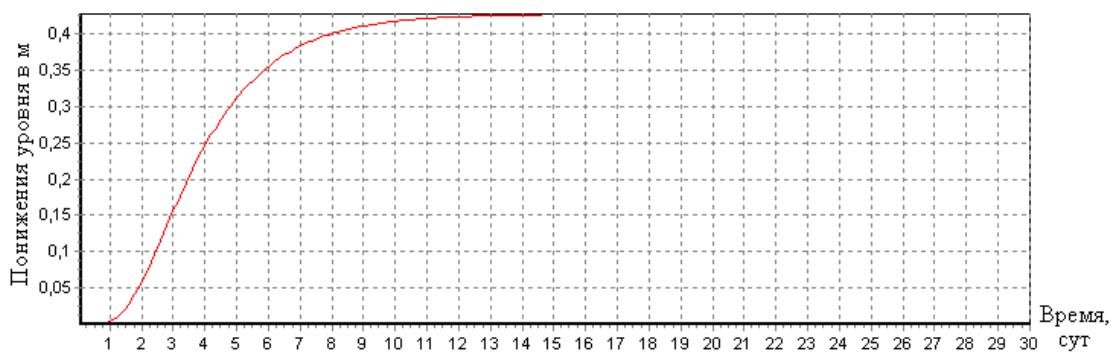


Рис. 11 График функции выхода второй контрольной скважины при входном воздействии U_3 ($100 \text{ м}^3/\text{сут}$)

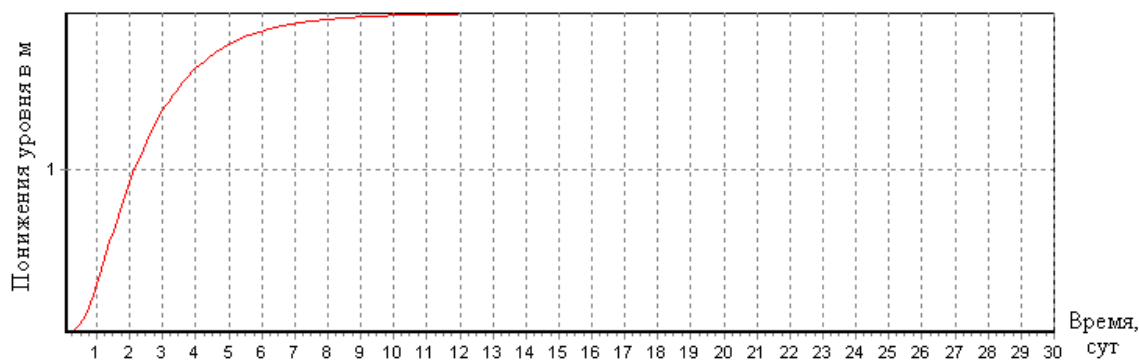


Рис. 12 График функции выхода третьей контрольной скважины при входном воздействии U_3 ($100 \text{ м}^3/\text{сут}$)

Таблица 1

Динамические характеристики

Входное воздействие	Наименование	1 секция	2 секция	3 секция
U_1	$\Delta S_{уст}, \text{см}$	215	43,75	3,5
	k	2,15	0,44	0,035
	$\tau_3, \text{час}$	0,24	24	54
	$T_p, \text{час}$	108	126	180
U_2	$\Delta S_{уст}, \text{см}$	37,5	180	35,5
	k	0,375	1,8	0,355
	$\tau_3, \text{час}$	24	24	24
	$T_p, \text{час}$	126	126	126
U_3	$\Delta S_{уст}, \text{см}$	3,5	45	190
	k	0,035	0,45	1,9
	$\tau_3, \text{час}$	54	0,24	0,24
	$T_p, \text{час}$	186	162	102

Используя графики переходных процессов, запишем матрицу передаточных коэффициентов объекта управления:

$$A = \begin{vmatrix} \frac{2,15}{6480p+1} e^{-144p} & \frac{0,044}{7560p+1} e^{-144p} & \frac{0,035}{10800p+1} e^{-324p} \\ \frac{0,375}{7560p+1} e^{-144p} & \frac{1,8}{7560p+1} e^{-144p} & \frac{0,355}{7560p+1} e^{-144p} \\ \frac{0,035}{11160p+1} e^{-324p} & \frac{0,45}{9720p+1} e^{-144p} & \frac{1,9}{6120p+1} e^{-144p} \end{vmatrix}$$

(постоянные времени приведены в минутах).

ПОДГОТОВКА К ЗАЧЕТУ

На зачет выносится материал в объеме, предусмотренном рабочей программой учебной дисциплины. Зачет проводится на последнем занятии. Форма зачета может быть устной (по билетам) или письменной (тестирование). Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету представлен ниже.

Готовиться к зачету необходимо последовательно, с учетом контрольных вопросов, разработанных преподавателем кафедры. Сначала следует определить место каждого контрольного вопроса в соответствующем разделе темы учебной программы, а затем внимательно прочитать и осмыслить рекомендованные научные работы, соответствующие разделы рекомендованных учебников, конспекты лекций и собственные конспекты, составленные при подготовке к практическим занятиям. Работу над темой можно считать завершенной, если вы сможете ответить на все контрольные вопросы и дать определение понятий по изучаемой теме.

Для обеспечения полноты ответа на контрольные вопросы и лучшего запоминания теоретического материала рекомендуется составлять план ответа на контрольный вопрос. Это позволит сэкономить время для подготовки непосредственно перед зачетом за счет обращения не к литературе, а к своим записям. При подготовке необходимо выявлять наиболее сложные, дискуссионные вопросы с тем, чтобы обсудить их с преподавателем на консультациях. Нельзя ограничивать подготовку к зачету простым повторением изученного материала. Необходимо углубить и расширить ранее приобретенные знания за счет новых идей и положений.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ АСПИРАНТОВ

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).

Критерии оценивания результатов текущего контроля.

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.

Порядок проведения дифференцированного зачета

Дифференцированный зачет проводится путем написания обучающимися самостоятельных работ, которые затем проверяются преподавателем с выставлением дифференцированных оценок.

Учащийся выполняет письменную работу на одну из предложенных тем:

«Разработка информационной системы измерения температурного поля печи индукционного нагрева».

«Разработка системы управления температурным полем печи с импульсным источником нагрева».

«Разработка системы управления температурным полем печи с релейным источником нагрева».

«Разработка информационной системы измерения температурного поля восходящего».

«Разработка информационной системы измерения температурного поля печи с импульсным источником нагрева на основе функции Грина».

«Разработка информационной системы измерения температурного поля пластины».

«Разработка информационной системы измерения температурного поля печи индукционного нагрева сеточными методами».

«Разработка информационной системы измерения температурного поля многослойной пластины».

«Разработка информационной системы измерения температурного поля цилиндра».

«Разработка информационной системы измерения температурного поля сферы».

«Разработка информационной системы измерения температурного поля куба».

«Разработка информационной системы измерения температурного поля изотропного цилиндра».

Учащийся должен защитить выполненную работу путем ответов на вопросы задаваемые преподавателем. Работа в электронном виде и на бумажном носителе хранится на кафедре системного анализа и управления.

Критерии оценок промежуточной аттестации успеваемости по итогам освоения дисциплины

Оценки за выполненные работы выставляются, исходя из следующих критериев:

- **«отлично» (5)**: если обучающийся глубоко и прочно усвоил весь программный материал лекций и демонстрирует это, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагает, использует обширный материал разнообразных источников, излагает свою позицию, хорошо ее объясняя и обосновывая;

- **«хорошо» (4)**: если обучающийся твердо знает программный материал, не допускает существенных неточностей в его изложении, использует ограниченный круг источников, вместо своей позиции излагает одну из стандартных, не подкрепляя ее хорошо подобранными обоснованиями;

- **«удовлетворительно» (3)**: если обучающийся поверхностно усвоил основной материал лекций, не знает деталей, допускает неточности, привлекает мало материала из источников, пользуясь, в основном, стандартными учебниками и формулировками;

- **«неудовлетворительно» (2)**: если обучающийся не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет или, по существу, не выполняет задания эссе.

Оценки по результатам защиты выполненных работ объявляются обучающимся и зачисляются в зачетную ведомость.

УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Мендель А.В. Модели принятия решений [Электронный ресурс]: Учебное пособие/ Мендель А.В. - Электрон. текстовые данные. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2012. - 463с.

Режим доступа: – <http://znanium.com/catalog/product/376641>

2. Колдаев В.Д. Численные методы и программирование: учеб. пособие. М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2013. 336 с.

Режим доступа: – <http://znanium.com/bookread2.php?book=370603>

3. Борисевич А.В. Теория автоматического управления: элементарное введение с применением MATLAB. М.: Инфра-М, 2014. 200 с.

Режим доступа: – <http://znanium.com/bookread2.php?book=470329>

4. Воронов А. А. Основы теории автоматического управления. Особые линейные и нелинейные системы [Текст] / - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоиздат, 1981. - 303 с.

Дополнительная литература

1. Экономико-математические методы в примерах и задачах: учеб. пособие / А.Н. Гармаш, И.В. Орлова, Н.В. Концевая и др. М.: Вузовский учебник: НИЦ ИНФРА-М, 2014 416 с.

Режим доступа: – <http://znanium.com/bookread2.php?book=416547>

2. Пантелеев А.В., Летова Т.А. Методы оптимизации. Практический курс: учеб. пособие с мультимедиа сопровождением. М.: Логос, 2011. 424 с.

Режим доступа: – <http://znanium.com/bookread2.php?book=469213>

3. Пантелеев А.В., Бортакровский А.С. Теория управления в примерах и задачах: учеб. пособие, 2-е изд. М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. 584 с.

Режим доступа: – <http://znanium.com/bookread2.php?book=542627#>

4. А.Р. Гайдук Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в MATLAB [Текст] : учеб. пособие / А. Р. Гайдук, В. Е. Беляев, Т. А. Пьявченко. - 2-е изд., испр. - СПб.: Лань, 2011. - 463 с.

ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Информационная справочная система «Консультант плюс».
2. Библиотека ГОСТов 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>